

Jilid  
2



**Editor:**

Feri Kusnandar  
Winiati P Rahayu  
Abdullah Muzi Marpaung  
Umar Santoso

# Perspektif Global ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN

Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI)



**Jilid  
2**

Perspektif Global

# **ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN**

---

Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI)



Perspektif Global

# ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN

---

Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI)

**Editor**

Feri Kusnandar  
Winiati P Rahayu  
Abdullah Muzi Marpaung  
Umar Santoso



**Penerbit IPB Press**

Jalan Taman Kencana No. 3,  
Kota Bogor - Indonesia

C.01/09.2020

**Judul Buku:**

Perspektif Global Ilmu dan Teknologi Pangan, (Jilid 2)  
*Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI)*

**Editor:**

Feri Kusnandar  
Winiati P Rahayu  
Abdullah Muzi Marpaung  
Umar Santoso

**Desain Sampul & Penata Isi:**

Makhtubub Khoirul Fahmi  
Felicia Angela

**Sumber Foto Sampul:**

<https://unsplash.com/>  
<https://funny.pho.to/globe/>

**Jumlah Halaman:**

508 + 16 hal romawi

**Edisi/Cetakan:**

Cetakan 1, September 2020

**Korektor:**

Tania Panandita

**PT Penerbit IPB Press**

Anggota IKAPI  
Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128  
Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: [penerbit.ipbpress@gmail.com](mailto:penerbit.ipbpress@gmail.com)  
[www.ipbpress.com](http://www.ipbpress.com)

ISBN: 978-623-256-221-9

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia  
Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2020, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG  
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku  
tanpa izin tertulis dari penerbit

# KATA PENGANTAR

## EDITOR

Buku “**Perspektif Global Ilmu dan Teknologi Pangan Jilid 2**” ini menyajikan informasi lingkup ilmu dan teknologi pangan yang harus dikuasai oleh seseorang yang menekuni bidang ilmu dan teknologi pangan. Pokok bahasan yang dicakup dalam buku ini disusun berdasarkan kompetensi minimal yang harus dikuasai oleh lulusan ilmu dan teknologi pangan berdasarkan pada standar pendidikan yang direkomendasikan oleh Perhimpunan Ahli dan Teknologi Pangan (PATPI) dan *Institute of Food Technologists* (IFT) Amerika Serikat.

Buku ini merupakan kelanjutan dari buku Jilid 1 yang telah membahas gambaran industri pangan dan kompetensi yang diperlukan oleh lulusan teknologi pangan untuk bekerja di industri pangan, ilmu dasar yang harus dikuasai yang mendukung bidang ilmu pangan, pengetahuan inti bidang ilmu pangan, terutama yang terkait dengan karakteristik bahan pangan, bahan tambahan pangan, biokimia, gizi dan kesehatan, kimia pangan dan analisis pangan, mikrobiologi pangan dan keamanan pangan, dan unit proses di industri pangan. Buku “**Perspektif Global Ilmu dan Teknologi Pangan Jilid 2**” ini mencakup teknologi pengolahan pangan nabati dan hewani, teknologi pengemasan dan penyimpanan pangan, ilmu sensori, sistem jaminan mutu pangan di industri pangan, peraturan dan legislasi pangan, dan ilmu pendukung (statistika dan analisis data, komunikasi tulisan dan lisan, kecakapan hidup dan etika profesi). Gambaran industri pangan, peluang dan tantangannya di era Revolusi Industri 4.0 juga dibahas pada buku Jilid 2 ini.

Buku Jilid 2 ini ditulis oleh 22 orang pakar ilmu dan teknologi pangan dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia dan praktisi di industri pangan, sehingga dapat menjadi referensi yang kredibel bagi mahasiswa dan dosen. Buku ini juga sangat bermanfaat bagi praktisi di industri pangan dan instansi pemerintah, dan masyarakat luas yang ingin mendalami bidang ilmu dan teknologi pangan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh kontributor dan *reviewer* atas sumbangan tulisan dan pemikirannya, sehingga buku ini dapat terwujud dan diterbitkan. Masukan dari semua pihak akan sangat berharga untuk menyempurnakan buku ini pada edisi penerbitan berikutnya.

Ketua Tim Editor,

Feri Kusnandar

# KATA PENGANTAR

## KETUA UMUM PATPI

Perhimpunan Ahli dan Teknologi Pangan (PATPI) menyambut baik diterbitkannya buku **“Perspektif Global Ilmu dan Teknologi Pangan Jilid 1 dan 2”** yang ditulis oleh para anggota PATPI. Informasi yang dicakup dalam buku ini sesuai dengan standar pendidikan yang dikeluarkan oleh PATPI, dan standar pendidikan yang direkomendasikan oleh *Institute of Food Technologists* (IFT). Dengan demikian, buku ini merupakan referensi yang sesuai bagi mahasiswa dan dosen di program studi ilmu dan teknologi pangan dan program studi lain yang terkait di seluruh Indonesia, praktisi di industri pangan dan instansi pemerintah, serta masyarakat luas untuk memperoleh informasi yang komprehensif mengenai bidang ilmu dan teknologi pangan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh kontributor yang telah menyumbangkan naskah, yang tentu saja disiapkan dan ditulis berdasarkan pengalaman yang sesuai kepakarannya masing-masing. Kami juga sangat mengapresiasi Ketua (Dr Feri Kusnandar) dan anggota Tim Editor yang telah mengoordinasikan penulisan buku ini, mulai dari tahap menghimpun para kontributor, menyusun kisi-kisi di setiap bab, melakukan editing naskah hingga harmonisasi antar bab. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada *reviewer* yang telah mengoreksi dan memberikan masukan, untuk penyempurnaan naskah.

Kami berharap buku ini memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kemajuan pendidikan ilmu dan teknologi pangan di Indonesia.

Ketua Umum PATPI,

Umar Santoso



# KATA SAMBUTAN

## DIRJEN DIKTI–KEMENDIKBUD

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang paling utama dan pemenuhannya merupakan bagian dari hak asasi manusia yang dijamin oleh konstitusi, demikian amanat yang tertuang dalam Undang-Undang 18 Tahun 2012 tentang pangan. Oleh karena itu, menjadi tugas kita bersama untuk mewujudkan kedaulatan, kemandirian, dan ketahanan pangan. Perguruan tinggi sebagai lembaga pendidikan tertinggi untuk menghasilkan sumber daya manusia unggul sekaligus sebagai pusat pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memiliki peran dan tugas yang sangat strategis dalam mewujudkannya.

Kehadiran buku “**Perspektif Global Ilmu dan Teknologi Pangan**” yang dihasilkan oleh para pakar ilmu dan teknologi pangan dari berbagai perguruan tinggi ini tentu kita sambut dan berikan apresiasi setinggi-tingginya. Di tengah langkanya buku ilmiah tentang ilmu dan teknologi pangan di Indonesia, kehadiran buku compendium keilmuan pangan ini sangat dinanti oleh dunia perguruan tinggi, para peneliti, maupun masyarakat yang ingin belajar tentang ilmu dan teknologi pangan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menyampaikan selamat dan apresiasi mendalam pada Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) yang telah berhasil mewujudkan buku yang terdiri atas 19 Bab yang dibagi menjadi buku Jilid 1 dan 2. Bukan hal yang mudah untuk menyatukan pemikiran dari para guru besar dan ahli di bidang pangan dan menuangkannya dalam satu buku yang sangat komprehensif seperti ini.

Melihat luasnya cakupan bahasannya, buku ini sangat ideal dimanfaatkan sebagai salah satu acuan utama di program pendidikan ilmu dan teknologi pangan. Cakupan pengetahuan (*body of knowledge*) yang tertuang di dalam

buku ini sangat komprehensif sebagai kerangka pengembangan kompetensi ilmu dan teknologi pangan. Saya berharap buku ini dapat mengisi kekosongan pustaka saat ini serta mampu berkontribusi dalam membangun kedaulatan, kemandirian, dan ketahanan pangan di Indonesia.

Semoga kehadiran buku ini juga dapat menginspirasi bidang-bidang lain untuk mengikutinya.

Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi

Nizam

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR EDITOR.....	v
KATA PENGANTAR KETUA UMUM PATPI .....	vii
KATA SAMBUTAN DIRJEN DIKTI–KEMENDIKBUD .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi

## **Bab 1** Teknologi Pengolahan Pangan: Produk Olahan Nabati

<i>Erika L.R. Pardede dan Elvira Syamsir</i> .....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Teknologi Tepung dan Pati.....	2
1.3 Teknologi <i>Baking</i> .....	12
1.4 Teknologi Pasta .....	20
1.5 Teknologi Minyak dan Lemak Nabati .....	27
1.6 Teknologi Gula dan Konfeksionari .....	33
1.7 Teknologi Minuman.....	37
1.8 Teknologi Pengolahan Buah dan Sayur .....	53
1.9 Teknologi Pengolahan <i>Snack</i> .....	63
1.10 Ringkasan.....	72
1.11 Pustaka.....	75
Latihan.....	80
Tugas Mandiri ( <i>Challenge Questions</i> ).....	82

**Bab 2** Teknologi Pengolahan Pangan: Produk Olahan Hewani

*Teti Estiasih, Anang M. Legowo, Sri Mulyani, Ahmad N. Al-Baarri,*  
*dan Antinius Hintono*.....83

2.1 Pendahuluan.....83

2.2 Teknologi Pengolahan Susu .....83

2.3 Teknologi Pengolahan Telur.....108

2.4 Teknologi Pengolahan Daging .....120

2.5 Ringkasan.....133

2.6 Pustaka .....135

Latihan .....140

Tugas Mandiri (*Challenge Questions*).....143

**Bab 3** Teknologi Pengemasan dan Penyimpanan Pangan

*Nugraha E. Suyatma dan Elisa Julianti* .....145

3.1 Pendahuluan.....145

3.2 Fungsi Kemasan .....146

3.3 Jenis dan Karakteristik Bahan Pengemas .....147

3.4 Teknik Pengemasan Pangan .....164

3.5 Penyimpanan dan Penggundangan Pangan .....169

3.6 Kerusakan/Kehilangan Pangan Selama Penyimpanan .....175

3.7 Prinsip Umur Simpan dan Cara Penentuannya.....178

3.8 Ringkasan.....190

3.9 Pustaka .....191

Latihan .....193

Tugas Mandiri (*Challenge Questions*).....196

**Bab 4 Ilmu Sensoris dan Aplikasinya**

<i>Dwi Larasatie Nur Fibri dan Dede R. Adawiyah</i> .....	197
4.1 Pendahuluan .....	197
4.2 Mengenal Indra Sensoris Manusia Dalam Mendeteksi Atribut Sensoris .....	199
4.3 Metode Analisis Sensoris .....	210
4.4 Panelis Dalam Uji Sensoris .....	223
4.5 Laboratorium Sensoris.....	225
4.6 Aplikasi Ilmu Sensoris Dalam Pengembangan Produk Pangan .....	230
4.7 Ringkasan.....	235
4.8 Pustaka.....	236
Latihan.....	237
Tugas Mandiri ( <i>Challenge Questions</i> ).....	239

**Bab 5 Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan**

<i>Yuli Witono dan Meta Mahendradatta</i> .....	241
5.1 Pendahuluan.....	241
5.2 Pengertian Mutu dan Keamanan Pangan .....	242
5.3 Penentuan dan Karakteristik Mutu Pangan.....	243
5.4 Jaminan Mutu Pangan.....	246
5.5 Evolusi Jaminan Mutu Terpadu .....	247
5.6 Pengawasan/Pengendalian Mutu.....	250
5.7 Sistem Penjaminan dan Pengendalian Mutu, serta Aplikasinya .....	254
5.8 Ringkasan.....	267

5.9 Pustaka .....	269
Latihan .....	270
Tugas Mandiri ( <i>Challenge Questions</i> ) .....	273

## **Bab 6** Peraturan, Legislasi Pangan dan *Codex Alimentarius Commission*

<i>Purwiyatno Hariyadi dan Sri Raharjo</i> .....	275
6.1 Pendahuluan .....	275
6.2 Peraturan Pangan .....	277
6.3 Legislasi Pangan .....	308
6.4 <i>Codex Alimentarius Commission</i> .....	326
6.5 Ringkasan .....	337
6.6 Pustaka .....	338
Latihan .....	341
Tugas Mandiri ( <i>Challenge Questions</i> ) .....	344

## **Bab 7** Pengolahan Data dan Analisis Statistika

<i>Abdullah Muzi Marpaung dan Zainal</i> .....	345
7.1 Pendahuluan .....	345
7.2 Jenis Data .....	346
7.3 Statistika Deskriptif .....	347
7.4 Statistika Inferensial dan Model Probabilitas .....	350
7.5 Distribusi Binomial .....	353
7.6 Distribusi Normal .....	354
7.7 Uji Normalitas dan Estimasi .....	355
7.8 Uji Hipotesis .....	358
7.9 Perancangan Percobaan .....	360
7.10 Ringkasan .....	376

7.11 Pustaka.....	377
Latihan.....	377
Tugas Mandiri ( <i>Challenge Questions</i> ).....	380
<b>Bab 8 Teknik Komunikasi Tulisan dan Lisan</b>	
<i>Nurheni Sri Palupi dan Umi Purwandari</i> .....	381
8.1 Pendahuluan.....	381
8.2 Teknik Komunikasi Tulisan .....	383
8.3 Teknik Komunikasi Lisan .....	405
8.4 Etika dalam Penulisan Karya Ilmiah dan Publikasi.....	415
8.5 Proses Penerbitan Artikel Ilmiah .....	423
8.6 Mengenali Jurnal Predator .....	427
8.7 Ringkasan.....	430
8.8 Pustaka.....	431
Latihan.....	433
Tugas Mandiri ( <i>Challenge Questions</i> ).....	435
<b>Bab 9 Kecakapan Hidup dan Etika Profesi</b>	
<i>Rindit Pambayun dan Giyatmi</i> .....	437
9.1 Pendahuluan.....	437
9.2 Kecakapan Hidup.....	438
9.3 Etika Profesi .....	447
9.4 Ringkasan.....	457
9.5 Pustaka.....	457
Latihan.....	462
Tugas Mandiri ( <i>Challenge Questions</i> ).....	462

**Bab 10** Industri Pangan di Era Revolusi Industri 4.0:

## Tantangan dan Peluang

<i>Adhi S. Lukman dan A. Muzi Marpaung</i> .....	463
10.1 Pendahuluan.....	463
10.2 Api, Iklim, dan Bajak.....	464
10.3 Dari Revolusi Neolitik ke Revolusi Industri.....	466
10.4 Mesin Uap, Ban Berjalan, Robot dan Kecerdasan Buatan ..	467
10.5 Evolusi Fungsi Pangan .....	472
10.6 Tantangan dan Peluang Industri Pangan 4.0.....	480
10.7 Menjadi Relevan atau Hilang Ditelan Zaman.....	484
10.8 Ringkasan.....	490
10.9 Pustaka .....	491
Latihan.....	492
Tugas Mandiri ( <i>Challenge Questions</i> ).....	494
INDEKS.....	495
KONTRIBUTOR .....	505

Bab

1

# Teknologi Pengolahan Pangan: Produk Olahan Nabati

*Erika L.R. Pardede dan Elvira Syamsir*

## 1.1 Pendahuluan

Seperti telah dibahas dalam Bab 3 (buku Jilid 1), bahan pangan asal nabati sangat banyak jenisnya dan masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda. Hal ini menyebabkan tujuan pemanfaatannya dalam proses pengolahan pangan juga dapat berbeda, dengan karakteristik mutu produk akhir yang juga bervariasi. Mengingat sangat banyaknya jenis produk pangan nabati, maka Bab ini membahas sebagian hasil pangan olahan berbasis bahan nabati yang dianggap penting yang sering diproses pada skala industri dan dapat mewakili kelompok produk. Proses pengolahan juga dibahas secara garis besar yang menitikberatkan prinsip proses dan fenomena yang terjadi selama proses pengolahan. Pembaca disarankan untuk merujuk pada referensi lain untuk mengetahui informasi yang lebih rinci mengenai suatu proses pengolahan. Pembahasan awal mencakup proses penepungan untuk menghasilkan tepung dan pati yang menjadi produk antara (*intermediate*) dalam proses pengolahan pangan. Dalam subbab selanjutnya dibahas teknologi *baking*, pasta, minyak dan lemak nabati, gula dan konfeksionari, minuman, pengolahan buah dan sayur, serta pengolahan makanan ringan dengan contoh pada beberapa produk pangan utama.

## 1.2 Teknologi Tepung dan Pati

Dalam proses pengolahan pangan, di antara bahan yang banyak digunakan adalah bahan tepung hasil dari proses penggilingan atau ekstraksi sereal, biji-bijian, dan umbi-umbian. Di antara jenis tepung yang banyak digunakan dalam proses pengolahan pangan adalah tepung terigu, tepung tapioka, tepung beras, dan maizena (pati jagung). Selanjutnya tepung dapat digunakan sebagai bahan baku dalam proses pengolahan pangan. Berikut adalah gambaran umum proses pembuatan tepung-tepungan tersebut.

### 1.2.1 Tepung Terigu

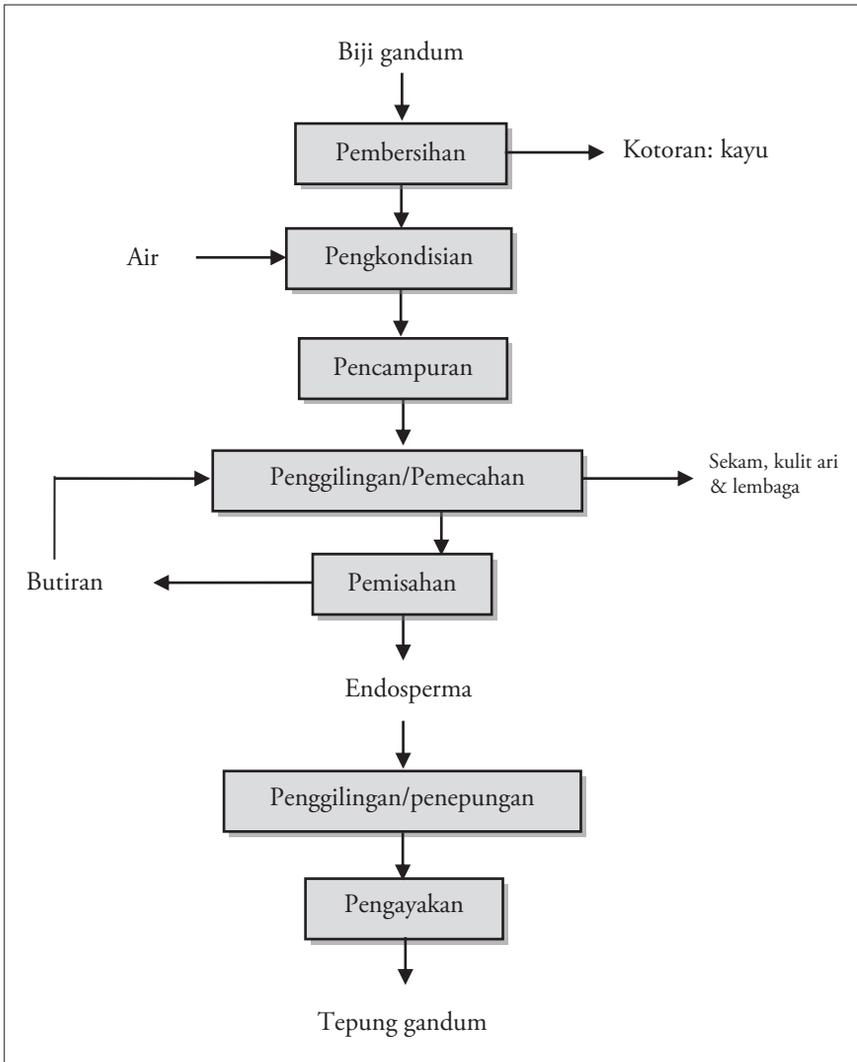
Tepung gandum atau tepung terigu dihasilkan dari penggilingan bagian endosperma bulir gandum (*Triticum aestivum* dan *Triticum compactum*) yang telah dikupas. Seperti telah dijelaskan pada Bab 3 (buku Jilid 1), tepung gandum digolongkan berdasarkan kandungan proteinnya, yaitu tepung terigu berprotein tinggi (*hard flour*) dan berprotein rendah (*soft flour*). Selain itu terdapat jenis semolina, yaitu tepung yang berasal dari gandum durum yang khas dengan kandungan proteinnya yang tinggi. Tepung terigu merupakan produk olahan primer dari bulir gandum, yang kemudian digunakan sebagai bahan baku untuk produk olahan sekunder seperti produk *baking*, pasta, mi dan lainnya. Berbagai jenis tepung gandum yang beredar di pasaran dihasilkan dari pabrik penepungan, di mana karakteristik tepung disesuaikan dengan kebutuhan untuk mendapatkan mutu produk olahan yang baik. Hal yang paling banyak digunakan adalah tepung terigu serbaguna (*all purpose flour*), yang merupakan tepung dengan kandungan protein sedang yang dihasilkan dari penepungan campuran bulir gandum berprotein tinggi dan rendah. Tepung serbaguna ini cocok untuk pembuatan berbagai produk *baking* seperti roti, *cake*, *cookies* dan mi.

Tepung terigu adalah nama lain dari tepung gandum, yaitu tepung yang diolah dari endosperma bulir gandum. Dalam SNI 3751 : 2009 disebut tepung terigu sebagai bahan makanan tepung yang dibuat dari endosperma bulir gandum *Triticum aestivum* L. (*club wheat*) dan/atau *Triticum compactum*.

Komponen endosperma dapat mencapai 82,5% dari bulir gandum, yang dapat bervariasi tergantung varietasnya. Kandungan pati bulir gandum berkisar 60–75% dari bobot kering tergantung varietasnya.

Salah satu yang dijadikan acuan dalam pengelompokan tepung terigu adalah berdasarkan kadar proteinnya. Tepung terigu dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu tepung protein tinggi, sedang, dan rendah. Tepung terigu protein tinggi (*bread flour*) memiliki kadar protein 11–13%. Tepung terigu jenis ini diperlukan sebagai bahan dasar pembuatan roti, mi, pasta, dan donat. Tepung berprotein sedang atau serbaguna (*all purpose flour*) memiliki kadar protein 8–10% yang digunakan dalam pembuatan *cake*. Tepung berprotein rendah (*pastry flour*) memiliki kadar protein 6–8%. Tepung ini digunakan dalam pembuatan *pastry* dan produk pangan lain yang menginginkan tingkat kerenyahan tinggi, seperti *cookies* atau kulit gorengan.

Pada prinsipnya mengolah tepung gandum adalah memisahkan sebanyak mungkin endosperma dari bulir gandum melalui rangkaian penggilingan dan pengayakan berulang (**Gambar 1.1**). Proses pengolahan diawali dengan pembersihan (*cleaning*), yaitu dengan memisahkan bulir gandum dari bahan lain seperti batang, akar, bulir jenis lain, batu dan logam yang terbawa bersama ketika dipanen dan diangkut ke tempat penggilingan. Selain bertujuan membersihkan gandum, mengurangi risiko infestasi serangga dan pertumbuhan mikroba, proses pembersihan juga dilakukan untuk melancarkan aliran butiran gandum ke- dan dari silo, serta menghindari kerusakan mesin pengolahan karena adanya bahan asing (*impurities*) seperti logam. Beberapa teknik yang digunakan untuk pembersihan adalah dengan *magnetic separator* untuk memisahkan bahan logam besi, teknik gravitasi dengan alat *gravity grading destoner* untuk memisahkan batuan, dan aliran udara untuk memisahkan serpihan kulit, rambut biji maupun debu. Selanjutnya biji-bijian dipisahkan berdasarkan bentuk dengan *pneumatic separator* dan berdasarkan ukuran dengan alat *vibrating separator* untuk mendapatkan biji yang bersih dan seragam.



Gambar 1.1 Proses pembuatan tepung gandum

Proses berikutnya adalah pengkondisian (*conditioning*), yaitu merendam biji gandum yang bertujuan untuk menyeragamkan kadar air bulir gandum menjadi 15–16% sekaligus untuk melunakkan endosperma dan kulit ari (*bran*) agar mudah dipisahkan satu sama lain. Untuk gandum keras (*hard wheat*),

pengkondisian dilakukan selama 24–48 jam, sedangkan untuk gandum lunak (*soft wheat*) selama 16–24 jam. Proses pengkondisian dilakukan sampai diperoleh kadar air 14–15%.

Setelah melalui tahap pengkondisian, dilakukan proses penggabungan (*gristing*) bulir gandum dari kelompok tertentu untuk mendapatkan campuran bulir gandum. Pencampuran ini bertujuan untuk mendapatkan tepung gandum yang sesuai dengan karakteristik yang diinginkan oleh konsumen.

Bulir gandum selanjutnya digiling. Proses penggilingan (*milling*) bertujuan untuk mendapatkan tepung sebanyak-banyaknya dengan proses yang efisien. Prinsip proses penggilingan adalah pemisahan endosperma dari kulit ari (*bran*) dan lembaga (*germ*) yang dilanjutkan dengan proses pengecilan ukuran endosperma menjadi tepung. Proses penggilingan diawali dengan proses pemecahan (*breaking*) yang bertujuan untuk memisahkan endosperma dari komponen lainnya, dan memecah endosperma menjadi semolina dan *middling* melalui serangkaian penggilingan (*grinding*). Komponen seperti sekam, kulit ari dan lembaga dikeluarkan dari sistem untuk selanjutnya diolah sebagai produk samping (*by-product*). Semolina merupakan partikel endosperma yang berukuran masih besar dan kasar, sedangkan hasil pemecahan endosperma yang berukuran agak kecil disebut *middling*. Proses pengecilan ukuran bertujuan mengubah *middling* menjadi tepung. Tahap selanjutnya adalah proses pengayakan bertingkat (*sieving*) untuk memperoleh tepung terigu yang halus dan berukuran seragam. Proses fortifikasi dengan mineral atau vitamin biasanya dilakukan setelah tahapan akhir sebelum tepung terigu dikemas, yaitu dengan mencampurkan bahan fortifikasi hingga merata. Selain tepung terigu, pengolahan gandum juga menghasilkan produk lain, yaitu semolina, farina, kulit ari, dan lembaga.

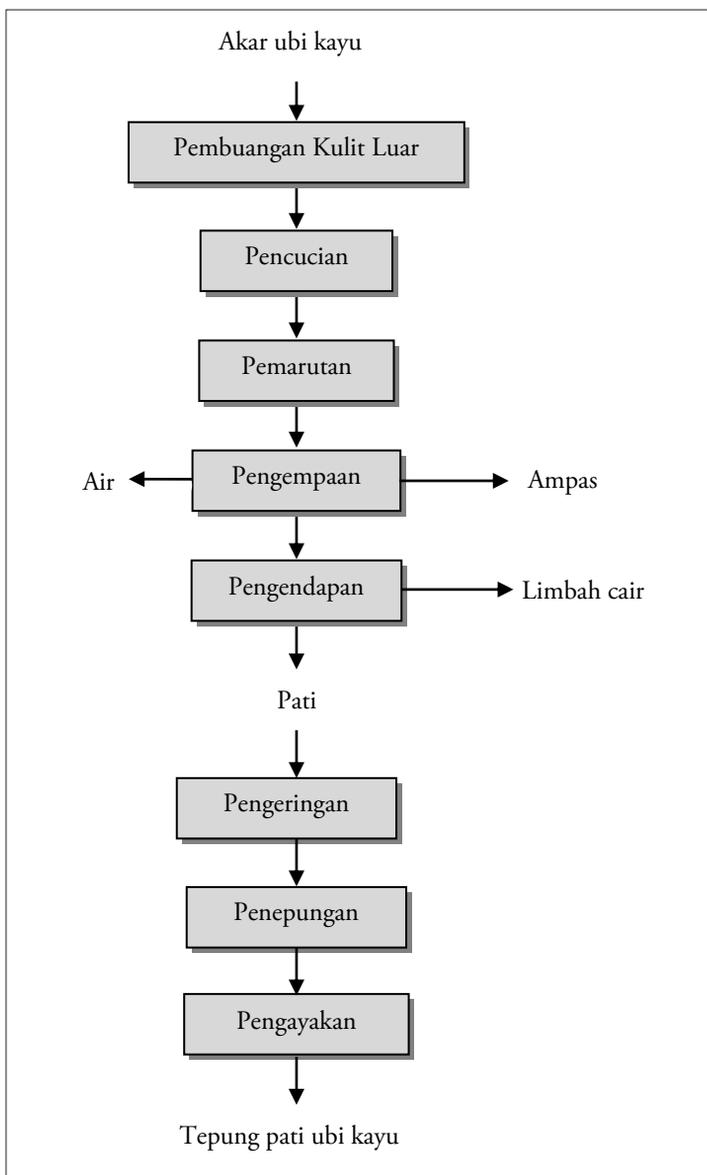
## 1.2.2 Tapioka

Tepung tapioka adalah pati yang diperoleh dari umbi tanaman ubi kayu (SNI 3451:2011), atau dikenal juga sebagai ketela pohon atau singkong (*Manihot esculenta* Crantz). Pengolahan tepung tapioka merupakan proses mengekstraksi pati dari umbi ubi kayu sekaligus memisahkannya dari komponen lainnya (**Gambar 1.2**). Pengolahan tapioka diawali dengan

pemilihan umbi yang baik dan tidak busuk, yang sebaiknya segera diolah dalam tempo 24 jam setelah panen. Lapisan kulit bagian luar umbi yang tidak dapat dicerna, terlebih dahulu dibuang dengan menggunakan pisau secara manual, tetapi untuk pabrik tapioka skala besar pengupasan dilakukan secara mekanis. Ubi kayu yang telah dikuliti kemudian disikat dan dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran.

Selanjutnya dilakukan pamarutan yang bertujuan untuk memecah jaringan dan memperluas permukaan jaringan untuk mempermudah proses ekstraksi. Ekstraksi dilakukan dengan pengempaan/pengepresan untuk mengeluarkan sebagian besar cairan internal sekaligus untuk mengeluarkan asam sianida yang bersifat racun. Lumutan umbi (bubur) selanjutnya ditempatkan di dalam penyaring untuk kemudian diperas dengan penambahan air. Cairan yang diperoleh adalah berupa pati bercampur air. Cara lain untuk mengekstrak pati adalah dengan menggunakan saringan goyang, di mana bubur ditempatkan di atas saringan sambil ditambahkan air. Larutan pati kemudian ditampung dalam bak pengendapan.

Larutan pati diendapkan dalam bak pengendapan selama beberapa jam, di mana pati akan mengendap di bagian bawah, sedangkan air yang terdapat di bagian atas dikeluarkan/dialirkan ke penampung limbah. Tahap pengendapan biasanya dilakukan di industri tapioka tradisional. Di pabrik tapioka yang modern dan berlangsung secara kontinu, proses pemisahan tidak dilakukan dengan pengendapan, tetapi dengan proses sentrifugasi. Endapan berupa pati yang masih basah kemudian dikeringkan. Pengeringan dilakukan dengan sinar matahari atau dengan udara panas pada pengering buatan. Pati yang masih berbentuk tepung kasar kemudian digiling dengan mesin penggiling dan hasilnya langsung diayak untuk memisahkan partikel kasar dan serat yang masih tersisa. Pengayakan dilakukan dengan mesin pengayak ukuran 100 mesh.

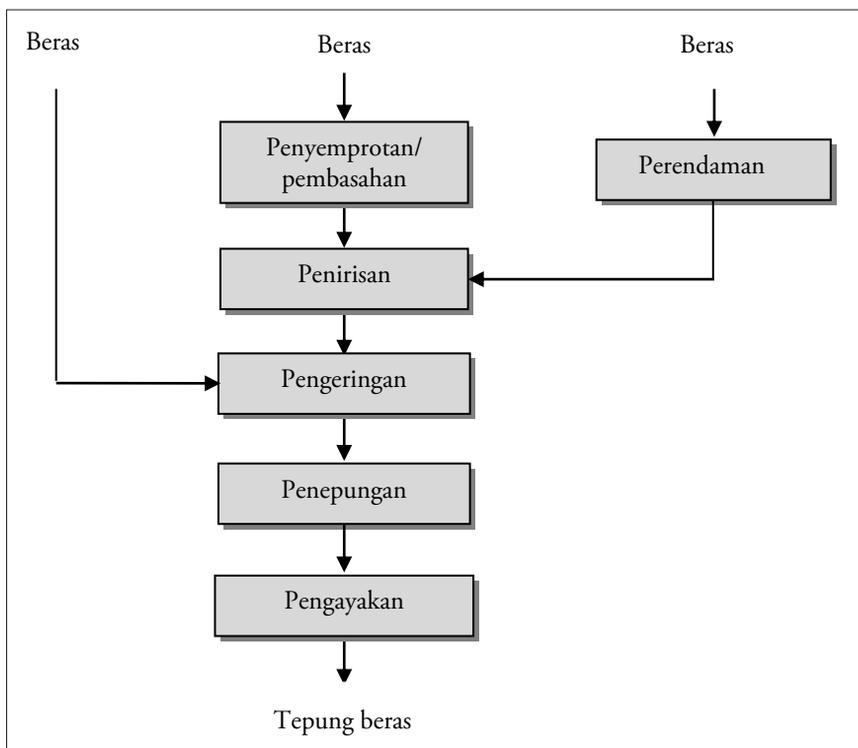


Gambar 1.2 Proses pembuatan tepung pati ubi kayu/tapioka

### 1.2.3 Tepung Beras

Beras adalah produk hasil penggilingan bulir padi (*Oriza sativa* L.) berupa butir endosperma yang telah terpisah dari sekam dan lembaga. Kandungan pati beras dapat mencapai 85–90% dari bobot keringnya. Tepung beras adalah hasil penggilingan butiran beras. Berdasarkan jenis berasnya tepung beras dibedakan dengan merujuk pada standar yang berbeda, yaitu tepung beras (SNI 3549:2009) dan tepung ketan (SNI 01-4447-1998). Karakteristik keduanya berbeda sesuai dengan kandungan amilopektinnya, yaitu tepung beras ketan lebih lengket (*waxy*) karena patinya mengandung amilopektin yang lebih banyak dibandingkan tepung beras biasa.

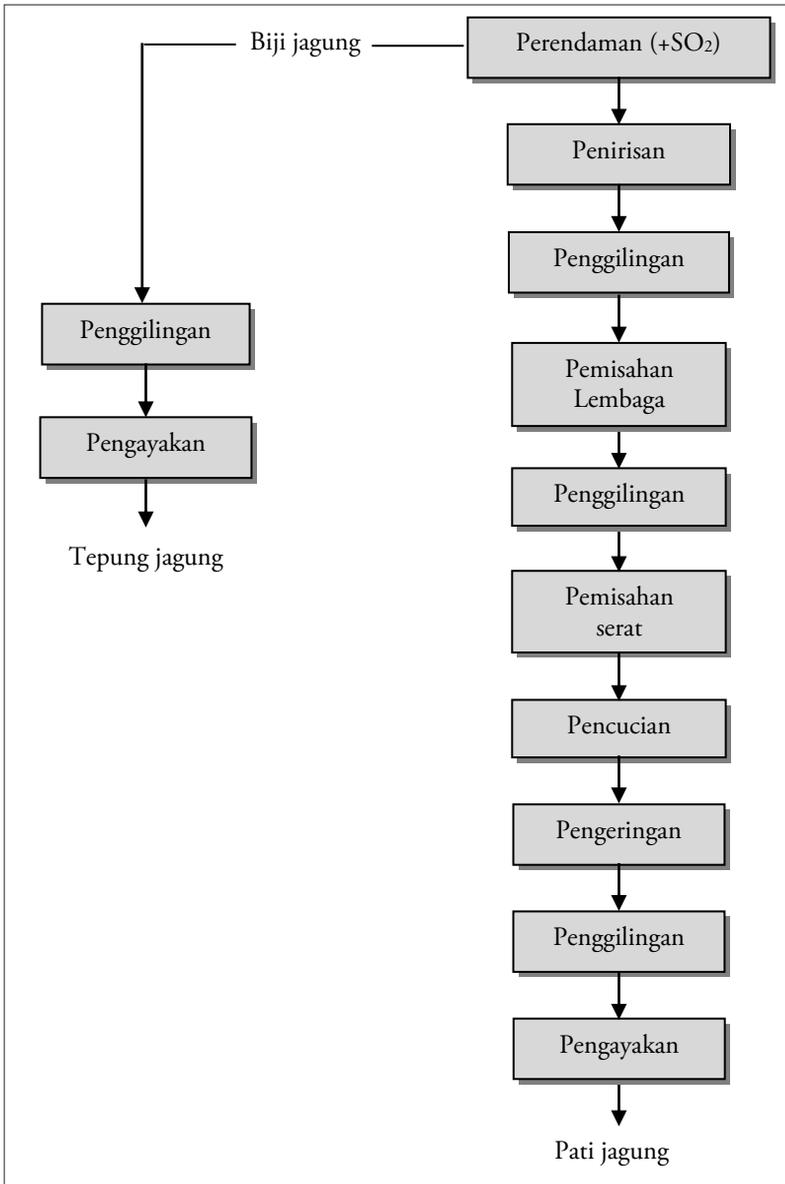
Pengolahan tepung beras dapat dilakukan dengan cara kering, semi basah atau basah (**Gambar 1.3**). Pada pengolahan kering, beras dihaluskan dengan cara menumbuk atau menggiling lalu kemudian diayak. Sisa pengayakan berupa butiran yang masih kasar dikembalikan ke penggilingan untuk dihaluskan kembali dan kemudian diayak menghasilkan tepung beras. Pengolahan semi basah dan basah melibatkan proses pembasahan beras sebelum digiling. Pada proses semi basah, beras hanya disemprot air bersih secara merata hingga lembap, sedangkan pada cara basah beras direndam dengan air yang berlebih. Pembasahan maupun perendaman bertujuan untuk mempermudah proses penggilingan. Air atau sisa air terlebih dahulu dibuang atau ditiriskan sebelum beras siap digiling. Beras yang telah lembap kemudian ditumbuk atau ditepungkan. Hasil penumbukan berupa tepung beras yang masih lembap dikeringkan terlebih dahulu sebelum selanjutnya diayak. Sisa pengayakan yang masih kasar dikembalikan ke penggilingan untuk diproses ulang hingga didapatkan tepung beras sesuai ukuran yang dipersyaratkan. Ukuran kehalusan tepung beras menurut persyaratan SNI adalah minimum 90% (b/b) lolos ayakan 90 mesh, dengan kadar air tepung maksimum 30%.



Gambar 1.3 Proses pembuatan tepung beras dengan proses kering, proses semi basah, dan proses basah

#### 1.2.4 Tepung Jagung dan Pati Jagung (Maizena)

Tepung jagung (*corn flour*) dengan tepung pati jagung (*corn starch*) adalah tepung yang dihasilkan dari penggilingan biji jagung (*Zea mays*). Tepung maizena merupakan istilah yang digunakan untuk pati jagung (SNI 01-3727-1995). Meskipun sama-sama disebut tepung jagung sesungguhnya keduanya berbeda ditinjau dari proses pengolahan dan karakteristik tepungnya. Tepung jagung adalah butiran halus hasil penggilingan dari biji jagung utuh, sedangkan pati jagung adalah hasil penggilingan bagian endosperma biji jagung (bagian patinya) setelah komponen lainnya dipisahkan. Tergantung varietasnya, pati jagung dapat mencapai 72–73% dari bobot kering biji jagung. Pengolahan tepung jagung dapat dilakukan dengan teknik kering atau teknik basah (**Gambar 1.4**).



Gambar 1.4 Proses pengolahan tepung jagung dan pati jagung (metode kering dan basah)

Pada prinsipnya tepung pati jagung adalah hasil penghalusan endosperma, setelah dipisahkan dari perikarp, lembaga dan *tip cap* biji jagung. Perikarp dibuang karena kandungan seratnya yang tinggi (3,8%) sehingga dapat membuat tekstur tepung menjadi kasar. Bagian lembaga dan *tip cap* yang mengandung lemak yang tinggi, berturut-turut 33 dan 3,8%, juga dibuang karena oksidasi lemak dapat menyebabkan tepung mudah mengalami ketengikan. Untuk mendapatkan tepung yang baik dilakukan pemilihan bahan baku berupa biji-biji jagung yang utuh, bersih dan bebas dari kapang dan kerusakan fisik. Biji-biji jagung terlebih dahulu disosoh untuk memisahkan bagian endosperma dengan bagian lainnya. Pada teknik kering, bagian endosperma biji hasil penyosohan langsung digiling atau ditumbuk lalu diayak untuk mendapatkan tepung jagung.

Pada teknik basah, biji-biji jagung yang telah dibersihkan dari kotoran dan kontaminan asing terlebih dahulu direndam dalam air yang diberi sulfit ( $\text{SO}_2$ ) sebanyak 0,10–0,20% selama sekitar 30–36 jam. Proses perendaman ini melunakkan kernel dan memudahkan pemisahan komponennya. Setelah ditiriskan dilakukan pencucian dan penirisan berulang untuk menghilangkan sisa sulfit. Biji jagung yang basah kemudian dilewatkan pada serangkaian proses pemisahan komponen untuk mendapatkan pati, yaitu diawali dengan penggilingan kasar untuk memecah kernel tanpa memecah lembaga, kemudian dilanjutkan dengan proses pemisahan lembaga dengan menggunakan *hydrocyclone*. Selanjutnya bubur jagung hasil penggilingan kasar digiling hingga halus untuk mengeluarkan protein dan gluten dari kernel, yang diikuti dengan pemisahan serat dengan cara mengalirkan di atas ayakan yang dapat menahan serat tetapi meloloskan pati. Pati yang masih bercampur dengan gluten kemudian dilarutkan dan dicuci dengan air secara berulang sehingga diperoleh pati (maizena) yang berkualitas tinggi.

Pati yang masih berbentuk tepung yang lembap lalu dikeringkan. Pati kering diayak secara bertingkat untuk mendapatkan butiran halus sesuai dengan persyaratan. Menurut persyaratan SNI, kadar air maksimum untuk pati jagung adalah 10 dan 60% (b/b) butiran tepung jagung harus lolos ayakan 80 mesh dan 90% (b/b) harus lolos ayakan 80 mesh.

## 1.3 Teknologi *Baking*

Teknologi *baking* pada prinsipnya merupakan proses mengubah tepung terigu yang ditambah dengan bahan tambahan lainnya menjadi produk pangan melalui proses pemanggangan atau menggunakan panas kering. Yang termasuk ke dalam produk *baking* di antaranya roti, *cake* (bolu), biskuit, dan *pastry*.

### 1.3.1 Roti

Roti adalah produk yang diperoleh dari tepung terigu yang diragikan dan dipanggang dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan pangan yang diizinkan (SNI.01.3840.1995). Roti sudah sangat dikenal di Indonesia meskipun variasi roti yang tersedia tidak sebanyak jenis roti di negara di mana roti merupakan bagian dari menu makan yang utama.

Bahan baku pembuatan roti adalah tepung terigu, ragi (khamir), air, garam, gula, lemak dan bahan tambahan pangan (seperti *bread improver*). Secara garis besar mutu roti ditentukan oleh jumlah dan mutu bahan baku, interaksi kimia dan fisik antar bahan, serta kondisi proses pembuatan roti itu sendiri.

Hal yang prinsip dalam pembuatan roti adalah: (1) terhidrasinya sebagian pati tepung untuk digunakan oleh ragi dalam proses fermentasi, (2) terhidrasinya protein tepung untuk membentuk jaringan gluten yang kohesif, elastis dan *extensible* yang penting untuk pembentukan struktur adonan dan roti, dan (3) terbentuknya *flavor* khas roti selama proses fermentasi dan pemanggangan.

#### *Bahan dan Fungsinya*

*Tepung.* Tepung roti dan tepung serba guna (*all purpose*) merupakan jenis tepung yang umum digunakan untuk membuat roti. Jenis tepung memengaruhi kualitas dan banyaknya gluten yang terbentuk selama proses pengolahan. Gluten adalah jaringan serat kompleks koloidal yang kohesif, elastis dan plastis yang terbentuk dari protein glutenin dan gliadin pada tepung

gandum. Jaringan gluten ini berfungsi menahan gas yang terbentuk pada proses fermentasi oleh ragi, sehingga adonan roti mengembang. Jaringan gluten yang kuat berperan dalam membentuk struktur dan volume roti yang optimum. Komponen tepung lainnya seperti lemak, pentosan dan glikoprotein ikut berperan dalam pembentukan gluten. Pati tepung juga berperan selama proses pemanggangan, yaitu granula pati yang telah terhidrasi sebagian tergelatinisasi membentuk gel yang ketika pemanggangan berlangsung menentukan bentuk roti. Selain itu sebagian pati dihidrolisis menjadi gula di awal pengadonan yang penting untuk substrat fermentasi.

*Ragi.* Ragi yang digunakan merupakan sel hidup dari strain *Saccharomyces cerevisiae*. Sel ragi aktif bermetabolisme pada situasi anaerobik dan memfermentasi gula yang menghasilkan karbondioksida sebagai produk ikutan. Situasi ini yang dimanfaatkan dalam proses pembuatan roti, yaitu untuk menghasilkan adonan yang mengembang.

*Air.* Air berperan penting dalam pembentukan adonan. Air memfasilitasi hidrolisis pati dan protein, khususnya untuk pembentukan gluten. Air juga menjadi alat pengangkut substrat ke sel ragi melalui membran sel. Selain itu, air berfungsi untuk melarutkan garam dan gula, serta membantu mendistribusikan ragi secara merata ke semua tepung. Air merupakan bagian dari total cairan yang terdapat dalam ingridien. Jika susu ditambahkan sebagai ingridien, maka komponen air pada susu harus diperhitungkan sebagai bagian jumlah air. Perlu diperhatikan bahwa air yang bersifat alkalis dapat menghambat aktivitas ragi dalam fermentasi.

*Garam.* Adanya garam dalam adonan mendukung aktivitas kerja  $\alpha$ -amilase untuk menghasilkan maltosa sebagai makanan untuk ragi. Selain itu garam berperan sebagai penguat *flavor* pada hasil akhir. Namun, garam juga dapat menghambat kerja protease, yaitu enzim pemotong rantai protein, sehingga kehadirannya sangat menentukan karakter dari adonan. Untuk mencegah mengembangnya adonan terlalu cepat, maka garam ditambahkan dalam jumlah sedikit.

*Gula.* Penambahan gula bertujuan untuk menyediakan substrat gula yang digunakan untuk proses fermentasi oleh ragi, yaitu ragi mengalami metabolisme, menghidrolisis pati dan menghasilkan karbondioksida. Gula pereduksi yang tersisa mengalami pencokelatan selama pemanggangan dan berkontribusi terhadap *flavor* roti.

*Lemak.* Roti yang bagus dapat dihasilkan tanpa lemak, sehingga penambahan lemak bersifat opsional. Lemak membantu dalam menghasilkan roti yang lebih lembut, menambah volume roti dan membuat warna cokelat kulit permukaan (*crust*) yang lebih baik.

*Telur.* Penambahan telur juga bersifat opsional, tetapi adanya telur menghasilkan produk roti yang lebih kaya rasa. Protein kuning telur (fosvitin), menambah daya regang (*stretchability*) adonan, sehingga menghasilkan roti yang lebih mengembang.

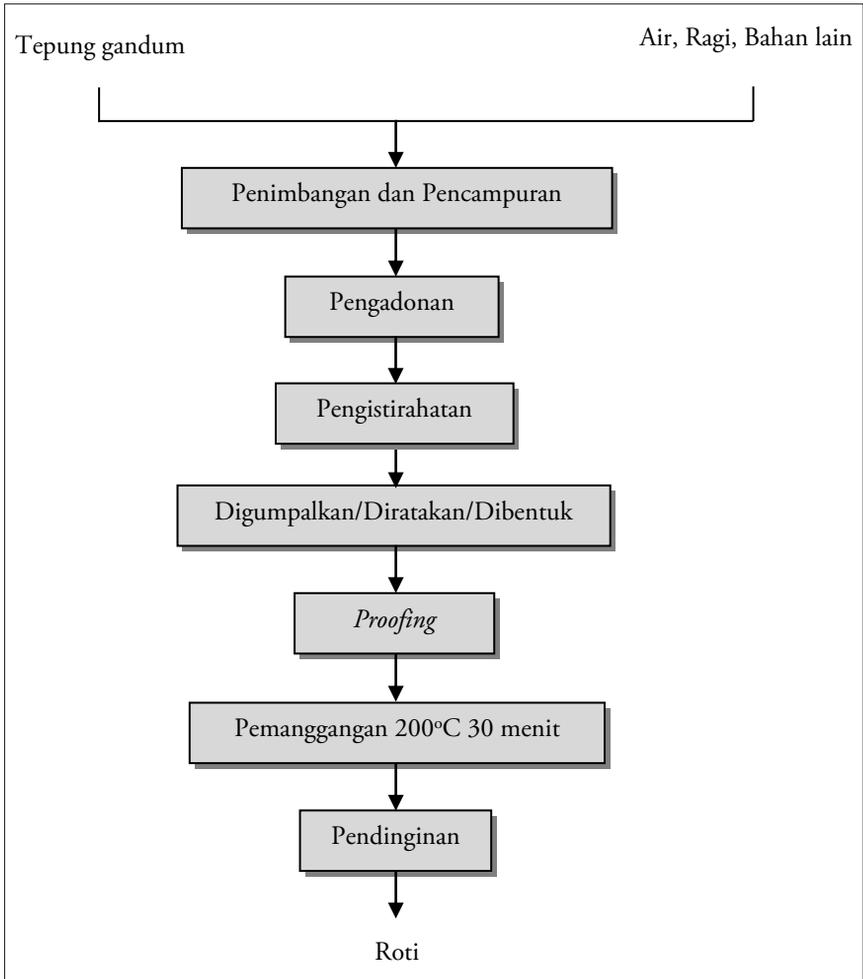
### *Pembuatan Roti*

Proses pembuatan roti mencakup tahapan pencampuran, pengadonan, pematangan, dan pemanggangan (**Gambar 1.5**). Proses produksi roti di industri pada prinsipnya dilakukan dengan tahapan yang sama, namun proses produksinya berlangsung secara kontinu.

*Pencampuran.* Dalam proses pembuatan roti, terlebih dahulu tepung terigu dicampur bersama air, ragi, garam, serta bahan lainnya dalam perbandingan yang tepat. Untuk mendorong ragi agar segera aktif, ragi biasanya dicampurkan dahulu dalam air pada suhu suam kuku untuk merehidrasi sel ragi agar segera aktif. Ketika air bercampur dengan tepung, maka sebagian air diserap kuat oleh permukaan tepung dan diikat oleh komponen tepung terutama pati dan protein. Proses ini dikenal sebagai hidrasi.

*Pengadonan.* Campuran bahan terus diaduk hingga membentuk gumpalan yang selanjutnya disebut adonan. Adonan roti harus bersifat elastis dan *viscous*. Sifat viskoelastis ini ditentukan oleh karakteristik struktur gluten yang terbentuk. Adonan diulen (*kneading*) dengan cara menekan adonan hingga rata lalu digulung kembali secara berulang-ulang. Proses ini penting

untuk pembentukan struktur jaringan gluten yang kohesif dan kuat. Pada saat yang bersamaan udara terperangkap ke dalam adonan selama proses, dan menyediakan nuklei gas.



Gambar 1.5 Proses pembuatan roti

Struktur gluten yang terus berkembang selama pengadonan memodifikasi sifat reologis adonan hingga bersifat elastis dan plastis. Sifat gluten inilah yang penting untuk menghasilkan roti bermutu baik. Semakin kuat gluten yang terbentuk, maka semakin baik kemampuan adonan untuk menahan gas serta

mengembang sepanjang proses fermentasi dan pemanggangan berlangsung. Pengulenan yang tidak cukup atau yang berlebihan menghasilkan gluten yang tidak mampu menahan gas. Proses yang tidak cukup menghasilkan gluten yang tidak kuat, sedangkan jika berlebihan dapat membuat adonan kehilangan kekohesifannya. Proses yang tepat menghasilkan adonan yang kohesif, elastis sekaligus plastis. Pengadonan dianggap selesai ketika adonan menjadi kalis dan tidak lengket apabila dipegang dengan tangan. Adonan diistirahatkan (*dough resting*) terlebih dahulu sebelum dibentuk atau dibagi sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan.

*Proofing.* Proses *proofing* dilakukan dengan cara mendiamkan adonan pada suhu yang cukup hangat. Dalam masa ini ragi semakin aktif. Sel-sel ragi dapat memfermentasi senyawa senyawa gula, seperti glukosa, fruktosa, sukrosa dan maltosa. Perubahan biokimia terjadi ketika gula difermentasi oleh ragi. Proses ini sangat kompleks dan menghasilkan gas karbondioksida, yang mendesak jaringan gluten yang bersifat elastis plastis sehingga adonan mengembang. Selama proses fermentasi juga dihasilkan senyawa lain yang secara bersama-sama membentuk cita rasa/*flavor* di dalam adonan dan roti ketika dipanggang.

*Pemanggangan.* Adonan yang telah mengembang kemudian diratakan seperti sebelumnya, digulung, digumpalkan dan dibentuk tergantung bentuk akhir yang diinginkan, serta ditempatkan di dalam loyang pembakaran. Loyang berisi adonan dipanggang dalam oven pembakaran pada suhu kira-kira 200°C selama 30 menit. Selama pemanggangan, udara dan karbondioksida memuai dan membuat adonan yang mengembang secara optimum, sedangkan pati yang terhidrasi menentukan bentuk akhir dari roti. Sisa gula pereduksi yang dipanggang membentuk kulit yang berwarna kecokelatan, yang bersamaan terbentuk aroma yang memberikan cita rasa khas roti. Setelah pemanggangan selesai, roti dikeluarkan dari oven dan didinginkan sebelum dikemas.

### 1.3.2 Biskuit

Biskuit adalah produk yang diolah dari tepung gandum yang ditambahkan air dan diperkaya dengan penambahan lemak, gula, dan bahan lainnya, yang dipanggang hingga mencapai kadar air di bawah 5%. Biskuit

dan *cookies* diolah dari bahan yang sama, tetapi tekstur dan kekerasan produk akhir yang membedakan keduanya. Biskuit umumnya berbentuk datar, renyah, terpanggang bagus, sedangkan *cookies* lebih lembut dan lebih tebal. *Crackers* adalah biskuit mengandung gula dan lemak yang rendah, yang umumnya disertai rasa yang tawar dan gurih, yang diolah dengan atau tanpa fermentasi.

### *Bahan dan Fungsinya*

*Tepung.* Tepung yang mengandung protein rendah cocok untuk digunakan dalam pembuatan biskuit, meskipun tepung serba guna juga dapat digunakan. Seperti halnya pada roti, keberadaan gluten memengaruhi kekohesifan dan ekstensibilitas dari adonan. Jaringan ini berfungsi untuk menahan gas yang terbentuk, sehingga adonan biskuit bangkit atau mengembang. Selanjutnya bagaimana adonan berkembang selama pemangangan menjadi penentu struktur dari biskuit. Komponen tepung lainnya seperti lemak, pentosan dan glikoprotein ikut berperan dalam pembentukan gluten.

*Air.* Peran air sangat penting dalam pembentukan adonan dan lebih berfungsi sebagai katalis, karena dihilangkan ketika proses pemanggangan. Air memfasilitasi hidrolisis pati dan protein, khususnya untuk pembentukan gluten. Air melarutkan bahan pengembang, enzim, dan mendorong berlangsungnya reaksi di dalam adonan, selain juga berfungsi untuk melarutkan garam dan gula. Jumlah air sebagai bagian dari total cairan dalam bahan harus diperhitungkan dengan baik, yaitu jika susu dan/atau lemak ditambahkan sebagai ingridien, maka komponen air pada susu harus diperhitungkan sebagai bagian jumlah air. Penyesuaian ini menyebabkan agak sulit menetapkan jumlah air yang tepat untuk mendapatkan konsistensi yang diinginkan. Selain itu, produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh jumlah dan karakter ingridien lain, termasuk kondisi selama pencampuran/pengocokan.

*Garam.* Adanya garam dalam adonan berperan sebagai penguat cita rasa pada hasil akhir. Untuk adonan yang menggunakan ragi maka garam juga berperan sebagai pengontrol proses fermentasi.

*Gula.* Gula memiliki fungsi yang cukup penting dalam pembuatan biskuit. Selain berperan sebagai pemanis, gula berperan sebagai pengisi, humektan, dan zat gizi. Jika ada penambahan khamir, gula juga melembutkan tekstur biskuit. Gula mengalami pencokelatan lewat reaksi karamelisasi dan reaksi Maillard selama pemanggangan dan berkontribusi terhadap cita rasa biskuit. Selain gula sukrosa, sirup jagung, sirup glukosa, madu, atau gula *invert* sering ditambahkan sebagai ingridien.

*Lemak.* Lemak membantu menghasilkan biskuit yang lebih lembut, lezat dan membentuk kulit bagian permukaan yang rapuh dengan warna cokelat yang lebih baik.

*Bahan lainnya.* Dalam pembuatan biskuit sering ditambahkan bahan seperti bahan pengemulsi, telur, bahan pengembang, susu, pengganti lemak, perisa, pewarna dan lain-lain sesuai dengan variasi yang diinginkan. Bahan pengemulsi biasanya ditambahkan bila ditambahkan lemak, yaitu untuk menstabilkan emulsi air, lemak dan gas di dalam adonan.

Bahan pengembang membantu adonan mengembang dan juga menentukan keringanan (*lightness*) produk akhir. Bahan pengembang dapat berupa soda kue (*baking soda*) atau bubuk pengembang (*baking powder*).

Soda kue adalah bahan senyawa natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), sedangkan bubuk pengembang selain mengandung natrium bikarbonat juga dicampur dengan kalium bitartarat. Bahan pengembang bereaksi dengan air atau senyawa asam yang terdapat pada bahan lainnya, yang menghasilkan gas karbondioksida yang mendesak adonan hingga mengembang. Penggunaan soda kue mendapatkan produk akhir berupa biskuit yang bertekstur agak kering.

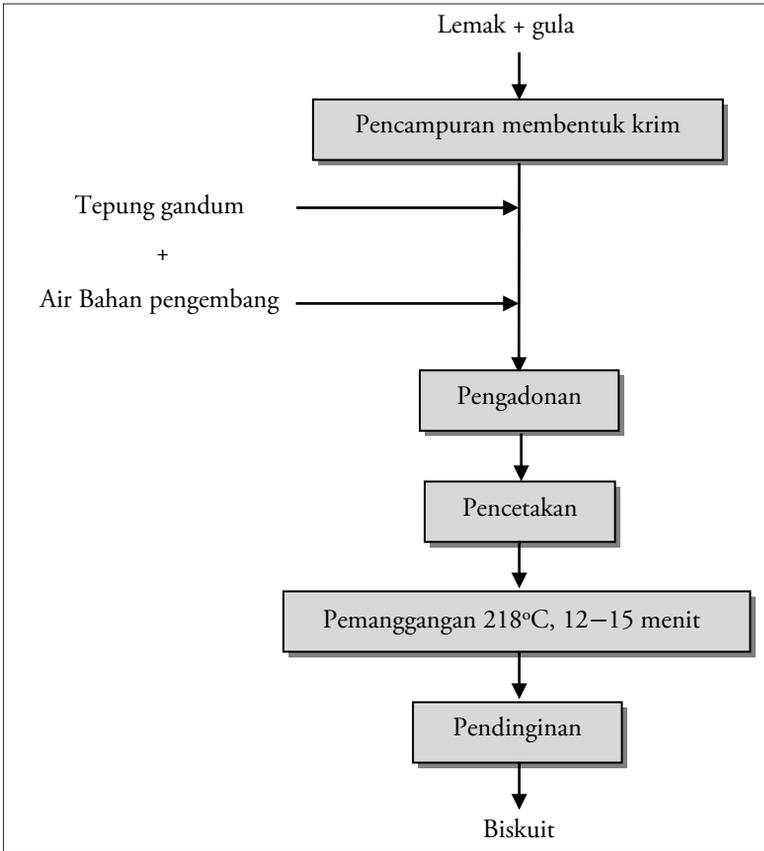
Penambahan susu menghasilkan adonan yang lebih lembut dengan elastisitas yang lebih baik karena kemampuan mengikat air dari protein susu. Penambahan telur menghasilkan struktur adonan yang lebih elastis, serta biskuit yang kaya rasa. Namun, jika telur ditambahkan secara berlebihan, biskuit lebih mengembang ke atas dan bukan melebar ke samping.

## *Pengolahan Biskuit*

Proses pembuatan biskuit mencakup tahapan pencampuran bahan, pencetakan, pemanggangan, dan pendinginan (**Gambar 1.6**).

*Pencampuran dan pencetakan.* Ketika semua bahan dicampur, air menghidrasi bahan terutama tepung. Protein tepung yang terhidrasi berubah membentuk gluten yang berupa jaringan *viscous* dan elastis ketika diadon. Air juga menghidrasi pati tepung dan menjadi bagian pengisi dari jaringan gluten. Pada saat yang bersamaan, bahan pengembang bereaksi membentuk karbondioksida dan uap air. Gas karbondioksida mendesak keluar dan ditahan oleh jaringan gluten, sehingga adonan bangkit atau mengembang. Lemak berfungsi sebagai *shortening*, yang membatasi pembentukan gluten yang intensif, sehingga menghasilkan rantai gluten yang lebih pendek pada adonan. Gula juga dapat melembutkan adonan sehingga biskuit lebih renyah setelah dipanggang.

*Pemanggangan.* Pemanggangan adonan dilakukan pada suhu 218°C selama 12–15 menit. Selama proses pemanggangan terjadi penghilangan sedikit demi sedikit uap air dan gas dari adonan. Adonan biskuit yang bersifat “pendek” menyebabkan adonan tidak dapat mengerut setelah struktur dan volume terbentuk, dan melebar selama proses pemanggangan. Pati tepung juga berperan penting selama pemanggangan, di mana granula pati yang telah terhidrasi tergelatinisasi membentuk gel selama pemanggangan dan menentukan bentuk biskuit. Ketika mayoritas air telah hilang, dan ekspansi gas maksimum sudah dicapai maka produk mengalami relaksasi dan bentuk akhir produk terbentuk oleh gelatinisasi pati dan denaturasi protein. Kulit luar (*crust*) terbentuk di permukaan, yang disertai dengan terbentuknya warna dan cita rasa khas dari biskuit. Warna biskuit terutama terbentuk oleh reaksi karamelisasi dan reaksi Maillard.



Gambar 1.6 Proses pembuatan biskuit

## 1.4 Teknologi Pasta

Pasta adalah kelompok bahan pangan yang merupakan hasil pengeringan dari adonan yang terbuat dari bahan baku semolina, tepung durum, farina, tepung terigu lain atau kombinasi dari bahan tersebut, yang diadon dengan atau tanpa bahan lain seperti bahan pengemulsi, putih telur, susu, lemak dan lainnya. Termasuk ke dalam kelompok pasta adalah spageti, makaroni, *vermicelli* dan mi.

Dalam subbab ini dibahas khusus tentang pasta dan mi. Keduanya mirip, namun berbeda dari jenis bahan baku tepung, formulasi, dan proses pembuatannya. Pasta berasal dari Eropa, sedangkan mi berasal dari Asia. Berbagai jenis pasta dan mi diolah dengan cara yang berbeda-beda.

### 1.4.1 Pasta

Pasta diolah dari bahan baku yang memiliki kesamaan, yaitu semolina, farina, atau campurannya. Bahan lain yang ditambahkan adalah air. Pasta diproduksi dalam berbagai bentuk dan ukuran, seperti *spaghetti*, *fettucini*, *liguini*, *lasagna*, *macaroni*, *ravioli*, dan *tortelline*. Pasta juga terdapat dalam bentuk kering, beku, instan atau yang *microwavable*. Pada awalnya pengolahan pasta dilakukan secara manual, tetapi sejak awal abad ke-19 sudah digantikan dengan mesin. Saat ini pengolahan pasta di industri menggunakan mesin otomatis dengan teknologi ekstrusi.

#### *Bahan*

*Semolina dan farina.* Pasta mutu premium didapatkan dengan memakai bahan baku semolina tanpa campuran. Hal ini terkait dengan kandungan protein semolina yang lebih tinggi dibandingkan tepung jenis lainnya. Semolina adalah hasil penggilingan dari endosperma gandum durum yang berupa tepung yang agak kasar, sedangkan hasil penggilingan dari endosperma gandum berprotein tinggi selain durum disebut farina. Pasta dari bahan baku farina memiliki mutu yang tidak sebaik dari semolina. Pasta dengan mutu yang baik dapat dihasilkan dari campuran semolina dan tepung lainnya.

*Air.* Air yang digunakan harus air yang dapat diminum, tidak berbau dan bebas mikroba, khususnya untuk pengolahan dengan suhu tidak terlalu tinggi, karena sangat berpengaruh terhadap produk akhir.

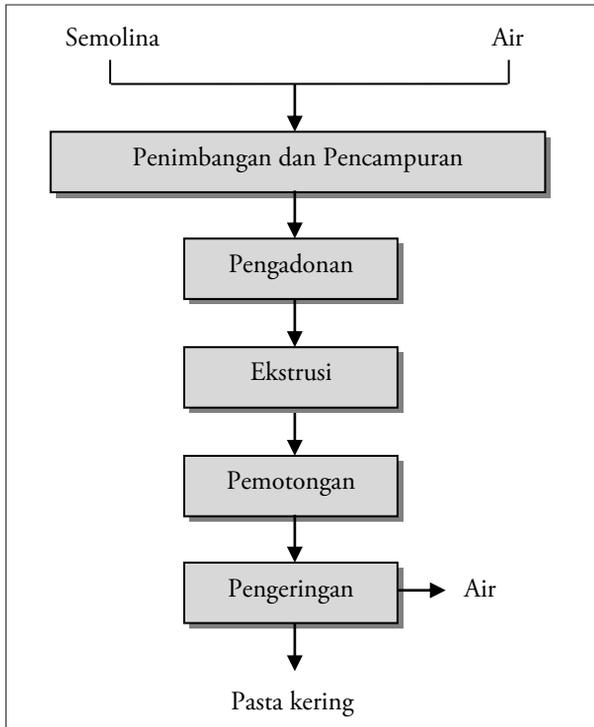
#### *Pengolahan Pasta*

Proses pengolahan produk pasta secara garis besar mencakup tahapan pencampuran bahan, pengadonan dan ekstrusi, pemotongan dan pengeringan (**Gambar 1.7**). Pada tahap awal, tepung semolina atau farina dicampur dengan air. Takaran normalnya adalah 25–30 kg air untuk setiap 100 kg

semolina, hingga kadar air 30%. Jika ada penambahan telur, maka jumlah air yang ditambahkan harus memperhitungkan kandungan air dari telur. Campuran yang terbentuk, bersama dengan bahan lainnya dicampur hingga membentuk suatu adonan. Selama proses pengadonan, seluruh partikel semolina terhidrasi dengan baik dan merata. Ukuran partikel bahan sangat memengaruhi proses hidrasi, yaitu partikel yang berukuran kecil lebih mudah terhidrasi dibandingkan dengan partikel yang berukuran besar. Oleh karena itu, semolina yang digunakan harus memiliki ukuran partikel yang relatif sama. Jika proses hidrasi tidak merata, maka produk pasta yang dihasilkan sebagian ada yang tidak terhidrasi (*speck*).

Selama proses ekstrusi, komponen protein tepung gandum membentuk jaringan gluten yang sangat penting yang menentukan plastisitas pasta. Ekstrusi yang digunakan adalah ekstrusi dingin (*cold extrusion*), dan suhu adonan harus dijaga tidak lebih dari 50°C. Kondisi ini dilakukan untuk mencegah kerusakan jaringan gluten. Di industri pasta, ekstrusi biasanya dilakukan dalam kondisi vakum untuk menghindari reaksi oksidasi, khususnya mencegah oksidasi pigmen karotenoid dan xantofil. Kerusakan pada kedua pigmen tersebut memengaruhi warna kuning produk pasta.

Adonan kemudian dicetak dengan menggunakan berbagai jenis cetakan sesuai bentuk yang diinginkan, kemudian dilewatkan pada semburan udara panas. Tujuannya adalah untuk memantapkan bentuk serta mencegah perlengketan antar produk. Produk pasta dikeringkan sehingga kadar air 12–13%. Pengeringan dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengeringan awal untuk menurunkan kadar air hingga 17–19%, dan pengeringan akhir untuk menghasilkan kadar air 12–13% pada produk akhir. Proses ini sangat penting pada pembuatan pasta, yaitu selama proses pengeringan laju penguapan air harus dijaga tetap seragam untuk menghindari penguapan yang tidak merata (di permukaan pasta sudah kering, sedangkan di bagian dalam masih basah). Apabila pengeringan tidak seragam, maka dapat menghasilkan pasta dengan garis retakan (*fracture line*), yang menyebabkan produk pasta mudah patah. Adanya garis retakan juga menurunkan mutu pemasakan. Setelah dikeringkan, produk pasta didinginkan hingga 28–30°C untuk memberikan kesempatan redistribusi air yang tertinggal ke seluruh bagian agar kandungan airnya seragam. Pasta yang dihasilkan kemudian dikemas.



Gambar 1.7 Proses pembuatan pasta kering

### 1.4.2 Mi

Mi yang dikenal di Indonesia dapat dibedakan berdasarkan bahan bakunya yaitu mi berbahan baku terigu dan non terigu. Mi non terigu diolah dari bahan baku seperti beras, *buckwheat*, atau pati yang diperoleh dari kentang atau kacang-kacangan. Mi berbahan baku tepung terigu tersedia dalam berbagai bentuk sesuai dengan tingkat pengolahannya, seperti mi segar, mi basah, mi kering, dan mi instan. Mi termasuk makanan yang populer di Indonesia, dan mudah dijumpai, serta dihasilkan oleh industri penghasil mi yang juga beragam mulai dari industri rumah tangga hingga perusahaan besar. Pembahasan berikut ini difokuskan pada pembuatan mi berbahan dasar tepung terigu.

## *Bahan*

Ingredien untuk pembuatan mi adalah tepung terigu, air dan garam. Campuran ingredien ini menghasilkan mi yang agak pucat kekuningan (*white noodles*).

*Tepung gandum.* Jenis tepung dalam pembuatan mi bervariasi dari tepung berprotein rendah hingga tepung berprotein tinggi. Protein merupakan komponen kimia penting dalam pembentukan tekstur mi yang elastis. Sifat ini didapatkan dari terbentuknya gluten dari protein gliadin dan glutenin yang terkandung dalam tepung gandum. Dengan demikian, semakin tinggi kadar protein tepung terigu, maka untaian mi yang dihasilkan semakin elastis dan tidak mudah putus. Warna kuning alami pada mi muncul dari pigmen flavonoid yang terdapat dalam tepung terigu.

*Air.* Air berperan dalam proses hidrasi pati dan protein pada partikel tepung, yang penting dalam pembentukan tekstur.

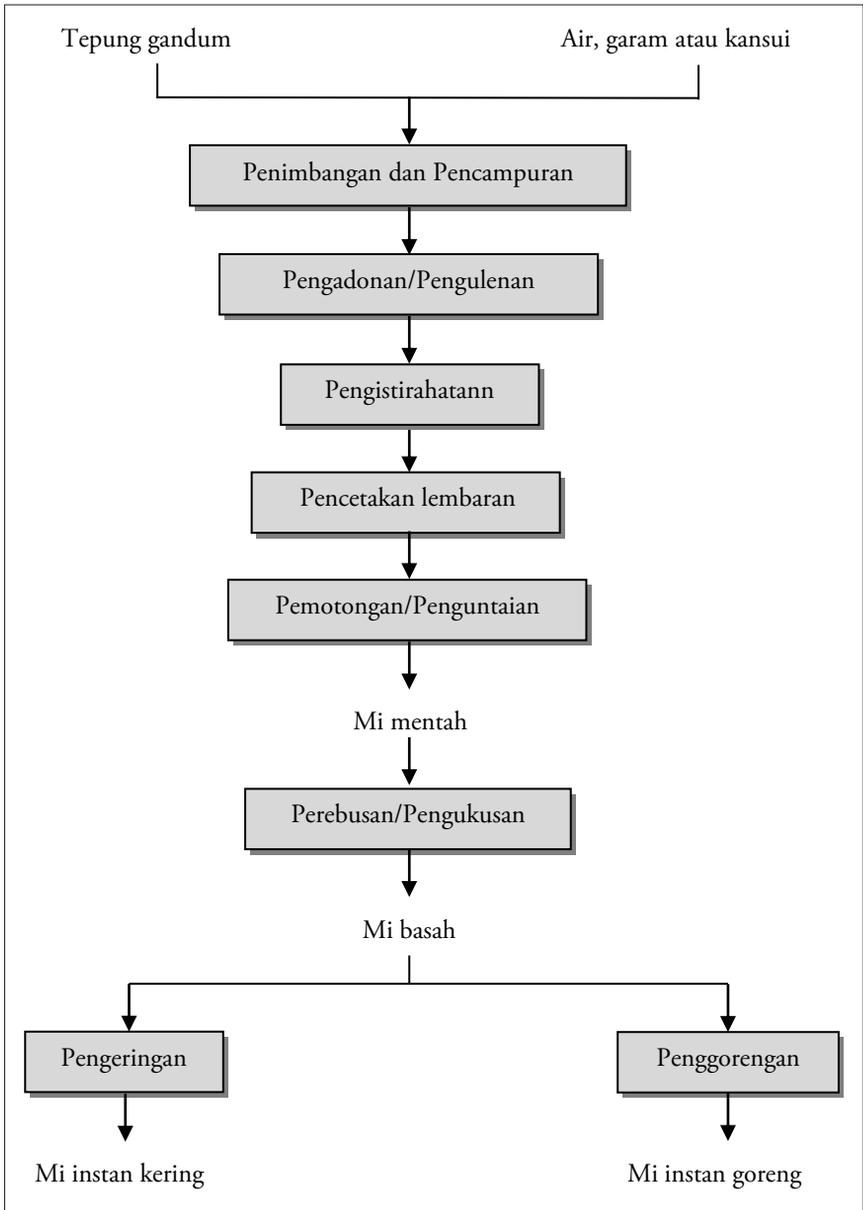
*Garam.* Garam berperan untuk *flavor* dari mi.

*Garam alkali (kansui).* Penambahan garam alkali seperti natrium tripoliposfat, natrium karbonat, dan kalium karbonat bertujuan untuk menambahkan warna kekuningan pada mi, akibat kondisi alkalis yang membuat warna kuning dari pigmen flavonoid muncul lebih kuat. Mi yang menggunakan garam alkali dikategorikan sebagai mi kuning (*yellow noodles*).

*Telur.* Penambahan telur tidak lazim pada mi tradisional China. Tetapi di Amerika Serikat, mi umumnya diolah dengan penambahan telur. Mi ini dikenal juga sebagai mi telur.

## *Proses Pembuatan Mi*

Proses pembuatan mi secara umum mencakup tahapan pencampuran bahan, pengadonan/pengulenan, penginstirahatan, pencetakan lembaran, pembentukan untaian mi, dan pengukusan. Setelah tahap pengukusan, mi dikeringkan sehingga menghasilkan mi kering atau digoreng sehingga menghasilkan mi instan (**Gambar 1.8**). Proses produksi mi di industri pangan umumnya mengikuti tahapan tersebut, namun berlangsung secara kontinu.



Gambar 1.8 Proses pembuatan mi

*Pengulenan.* Pembuatan mi diawali dengan pencampuran ingridien hingga membentuk adonan yang awalnya agak rapuh. Jumlah air yang ditambahkan relatif sedikit sehingga pembentukan gluten berlangsung agak lambat. Pengulenan dilanjutkan hingga terbentuk adonan yang tidak lengket dan kalis.

*Pengistirahatan.* Adonan yang telah terbentuk diistirahatkan selama 20–40 menit untuk memberikan kesempatan air menyebar lebih merata ke dalam partikel pada adonan. Hal ini penting supaya dalam proses berikutnya dapat terbentuk lembaran adonan yang halus dan tidak mudah robek.

*Pencetakan lembaran mi.* Adonan selanjutnya dibentuk menjadi lembaran dengan cara melewati pada celah di antara dua penggulung (*roll*). Lembaran disatukan dan ditipiskan kembali secara berulang-ulang dengan mengatur jarak kedua penggulung yang semakin tipis. Hasil akhirnya berupa lembaran mi yang memiliki permukaan seragam, merata dan tidak robek.

*Pemotongan.* Lembaran mi selanjutnya dipotong sesuai lebar dan panjang yang diinginkan. Pada tahap ini dihasilkan mi segar atau mi mentah dengan kadar air berkisar 35%. Untaian mi mentah dapat diproses lebih lanjut untuk menghasilkan mi basah, mi kering maupun mi instan.

Mi basah dihasilkan melalui proses perebusan mi mentah hingga matang atau setengah matang, yang kemudian didinginkan dengan air dingin, ditiriskan dan kemudian diolesi dengan minyak goreng 1–2% untuk mencegah perlekatan antar untaian mi. Mi basah memiliki kadar air sekitar 50%.

Mi kering adalah mi mentah yang dikeringkan tanpa melalui proses perebusan. Mi kering memiliki kadar air sekitar 10%. Sebelum pengeringan mi mentah terlebih dahulu dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan atau kemasan yang digunakan.

Mi instan adalah mi yang hanya membutuhkan penyeduhan dengan air panas selama beberapa menit untuk siap dikonsumsi. Mi instan dihasilkan melalui proses penginstanan, yang meliputi proses pengukusan, pengeringan dan penggorengan. Gum kadang-kadang ditambahkan ke dalam formulasi adonan untuk meningkatkan kemampuan rehidrasi dari mi instan.

## 1.5 Teknologi Minyak dan Lemak Nabati

Minyak dan lemak merupakan senyawa organik dengan komponen utamanya trigliserida, yaitu senyawa dengan rantai utama gliserol, yaitu tiga asam lemak bebas teresterkan pada gugus hidroksilnya. Keduanya dibedakan oleh wujud fisik, yaitu minyak bersifat cair dan lemak berwujud padat. Berbagai jenis asam lemak bebas terdapat pada minyak yang bervariasi panjang rantainya, jumlah dan letak ikatan rangkapnya. Hal ini memengaruhi karakteristik dari minyak, produk berbahan baku minyak serta produk pangan yang menggunakan minyak dan produknya sebagai ingridien.

Minyak dan lemak diperoleh dari bahan nabati atau hewani dengan cara fisik melalui pengempaan atau secara kimia dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Minyak berbahan dasar nabati dinamakan tergantung nama tumbuhan asalnya dan secara alami mengandung tokoferol. Jenis minyak nabati secara komersial disajikan pada **Tabel 1.1**. Pada subbab berikut dibahas mengenai pengolahan minyak dari buah sawit untuk menggambarkan proses pengolahan minyak, serta minyak goreng dan margarin sebagai turunannya.

Tabel 1.1 Jenis minyak nabati dan kandungan tokoferolnya

Jenis minyak	Tanaman asal	Total Kandungan Tokoferol (mg/kg)
Minyak kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	31–80
Minyak hazelnut	<i>Corylus avellana</i>	356–400
Minyak biji pumpkin	<i>Cucurbita</i> sp.	385–499
Minyak kelapa sawit	<i>Elaeis guineensis</i>	272–1176
Minyak bunga saff	<i>Fusaea longifolia</i>	379–629
Minyak biji kedelai	<i>Glycine max</i>	666–1259
Minyak biji kapas	<i>Gossypium</i> sp.	259–940
Minyak biji bunga matahari	<i>Helianthus annuus</i>	482–929
Minyak walnut	<i>Juglans regia</i>	410–455
Minyak biji rami	<i>Linum usitatissimum</i>	440–493
Minyak zaitun	<i>Olea europaea</i>	43–215
Minyak biji poppy	<i>Papaver somniferum</i>	241–252
Minyak alpukat	<i>Persea americana</i>	112–201
Minyak biji pinus	<i>Pinus</i> sp.	672–680

Tabel 1.1 Jenis minyak nabati dan kandungan tokoferolnya (lanjutan)

Jenis minyak	Tanaman asal	Total Kandungan Tokoferol (mg/kg)
Minyak almon	<i>Prunus dulcis</i>	277–593
Minyak biji sesame	<i>Sesamum indicum</i>	475–550
Lemak cacao (cocoa butter)	<i>Theobroma cacao</i>	275–290
Minyak gandum	<i>Triticum</i> sp. ( <i>Germ</i> )	916–4073
Minyak biji anggur	<i>Vitis</i> sp.	242–676
Minyak jagung	<i>Zea mays</i>	941–1748

Diadaptasi dari Kristott *dalam* Kilcast and Subramanian (2000)

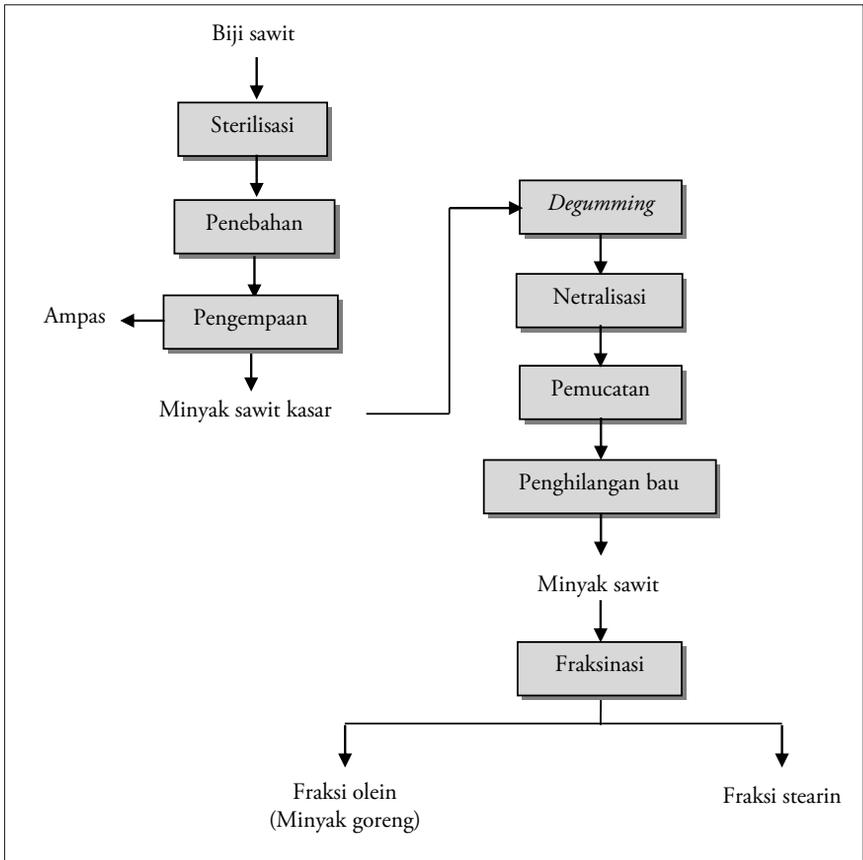
### 1.5.1 Pengolahan Minyak Kelapa Sawit

Proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit mentah (*crude palm oil* atau CPO) dan produk turunannya (minyak goreng, margarin, dsb), secara garis besar disajikan pada **Gambar 1.9**. Pengolahan minyak sawit diawali dari pengangkutan panen tandan dari tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) ke pabrik, di mana kelapa sawit diproses untuk menghasilkan dua produk utama, yaitu CPO yang diekstrak dari serabut dan minyak inti sawit (*palm kernel oil* atau PKO) yang berasal dari daging buah dalam kernel.

Setelah melalui proses penyortiran berdasarkan tingkat kematangannya, tandan sawit segar disterilisasi dengan menggunakan retort yang berisi uap panas pada 140°C selama 90 menit. Sterilisasi bertujuan untuk menonaktifkan enzim, memudahkan pelepasan berondolan buah dari janjang, dan melunakkan daging buah agar mudah dalam proses ekstraksi. Selanjutnya berondolan buah dilepas dari tandan melalui proses penebahan, lalu dimasukkan ke dalam mesin *digester* untuk melepaskan daging buah dari bijinya, dengan cara dicincang dan dilumatkan serabutnya sehingga minyaknya mudah diambil. Massa berupa cincangan serabut yang masih bercampur dengan biji kemudian dimasukkan ke dalam mesin pengempa (*screw press*), untuk memeras minyak dari serabut. Hasil pengepresan ini adalah minyak kasar atau CPO.

Minyak sawit mentah kemudian dimurnikan untuk memastikan bebas dari kontaminasi melalui proses bertingkat untuk memisahkan dari sisa pasir, lumpur dan serabut. Selanjutnya minyak diuapkan dalam kondisi vakum

untuk menurunkan kadar airnya sehingga memenuhi spesifikasi standar CPO. CPO diangkut ke pabrik pengolahan untuk diproses menjadi minyak nabati (minyak goreng, krim, dan margarin), bahan oleokimia (digunakan dalam deterjen dan pelumas), biodiesel (bahan bakar) atau asam laurat (digunakan dalam kosmetik dan sabun).



Gambar 1.9 Proses pembuatan minyak goreng

Sisa pemerasan berupa campuran biji dan serabut dipisahkan, di mana biji selanjutnya diolah menjadi PKO, sedangkan serat digunakan sebagai bahan bakar hayati di boiler pabrik kelapa sawit. Boiler ini menghasilkan uap untuk menggerakkan turbin sebagai sumber energi listrik di pabrik. Biji kelapa sawit

(inti sawit atau kernel) dipecahkan dan dipisahkan cangkangnya. Cangkang diambil untuk dijual sebagai bahan bakar hayati, sedangkan kernelnya diproses lebih lanjut untuk dihasilkan PKO.

### *Minyak Goreng*

Minyak goreng merupakan salah satu hasil akhir pengolahan lanjutan dari CPO. CPO masih mengandung komponen asam lemak bebas, resin, gum, protein, fosfatida, pigmen, air dan bau. Pada prinsipnya pengolahan minyak goreng adalah proses pemurnian dari komponen yang tidak diinginkan yang mencakup tahapan *degumming*, netralisasi, pemucatan dan deodorisasi. Selanjutnya dilakukan proses fraksinasi, yaitu pemisahan fraksi padat dan cair. Fraksi cair berupa olein digunakan sebagai minyak goreng, sedangkan fraksi padat stearin digunakan sebagai bahan baku margarin dan *shortening*.

*Degumming*. Bahan berupa protein, fosfatida, gum dan resin dipisahkan dengan memanaskan minyak mentah bersama asam posfat yang berfungsi untuk menggumpalkan serta mengendapkan, untuk selanjutnya dipisahkan dari endapan.

*Netralisasi*. Asam lemak bebas yang terdapat pada minyak mentah dihilangkan melalui proses penyabunan menggunakan natrium hidroksida atau sodium karbonat. Penghilangan asam lemak bebas secara proses kimia sudah jarang dilakukan, dan digantikan dengan proses fisik menggunakan uap pada tekanan 0,3–0,8 bar. Proses fisik ini dapat menurunkan kadar asam lemak bebas hingga maksimum 0,1%, yang juga sekaligus dapat menghilangkan bau.

*Pemucatan (bleaching)*. Zat warna (pigmen) yang terlarut atau terdispersi dalam minyak sawit (karotenoid, klorofil, dan phaeophytin) dihilangkan dengan cara menyerap pigmen tersebut dengan menggunakan absorben arang (karbon) aktif atau tanah pemucat (*bleaching earth*).

*Penghilangan bau (deodorisasi)*. Bau dan rasa yang tidak dikehendaki pada minyak dihilangkan dengan proses destilasi pada tekanan rendah. Bau dan rasa ini dapat berasal dari karbohidrat yang tidak jenuh, asam lemak bebas dengan berat molekul rendah, komponen aldehid, keton atau senyawa volatil lain.

*Fraksinasi* adalah proses pemisahan antara fraksi cair dan fraksi padat pada minyak sawit, baik dengan menggunakan bahan kimia maupun cara kering (*winterisasi*) tanpa penggunaan bahan kimia. Dengan cara kering, minyak terlebih dahulu dipanaskan hingga suhu 70°C, lalu didinginkan secara terkendali dan bertahap dengan air pendingin hingga suhu 40°C, lalu turun ke suhu 20°C, serta dipertahankan pada suhu tersebut hingga kristalisasi selesai. Hasilnya berupa fraksi cair berupa olein yang kemudian dipisahkan dari fraksi padat stearin. Minyak olein cair digunakan sebagai minyak goreng, sedangkan stearin padat digunakan sebagai bahan baku margarin dan *shortening*.

### 1.5.2 Margarin dan *Spread*

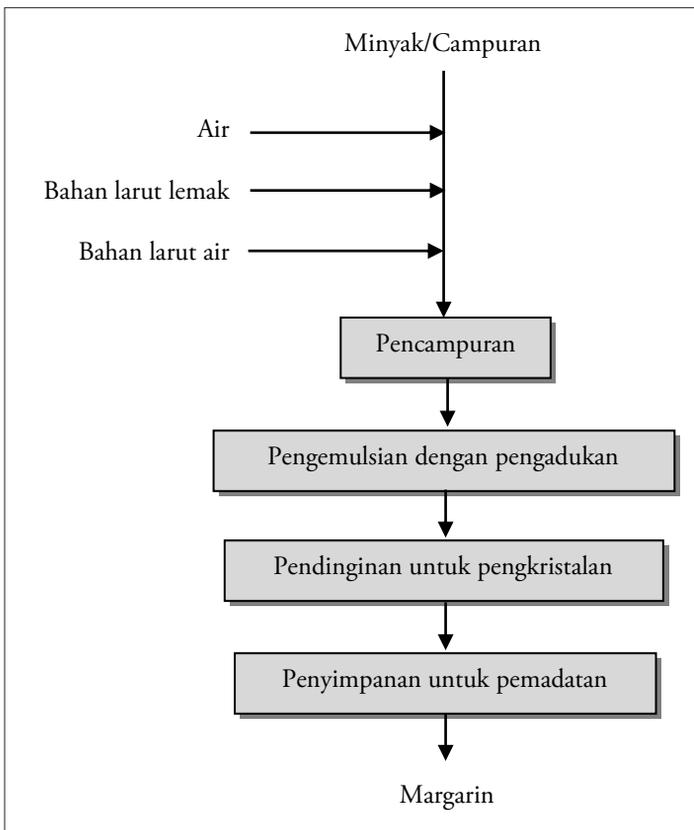
Margarin adalah emulsi air dalam minyak (*water in oil*) yang berbentuk setengah padat dengan bantuan bahan pengemulsi. Bahan baku minyak yang digunakan umumnya adalah minyak nabati baik tunggal maupun campuran dari beberapa jenis minyak. Bahan tambahan lain yang digunakan adalah garam, pewarna, dan pengawet.

Apabila menggunakan campuran beberapa minyak/lemak, maka tahap awal yang dilakukan adalah pencampuran (*blending*). Pemilihan jenis minyak atau lemak dilakukan untuk mendapatkan titik leleh tertentu sesuai yang diinginkan, yang umumnya dengan cara mencampurkan minyak dengan titik leleh tinggi dan minyak dengan titik leleh rendah.

Proses pengolahan margarin secara garis besar mencakup tahapan emulsifikasi dan pendinginan. Dalam proses emulsifikasi, fase minyak dicampurkan terlebih dahulu dengan emulsifier, lalu ditambahkan dengan fase air yang telah dicampur dengan garam dan bahan lainnya, sambil diaduk dengan kecepatan tinggi. Proses emulsifikasi dilakukan pada suhu 40–50°C, atau secara umum 7–8°C di bawah titik leleh minyak atau campuran minyak. Selama proses pengadukan ini terbentuk inti kristal minyak, yang berlanjut dengan terjadinya kristalisasi selama pendinginan (**Gambar 1.10**).

Emulsi yang telah terbentuk dipindahkan ke dalam tabung pendinginan yang suhu permukaannya diatur konstan pada 10–30°C. Selama pendinginan terbentuk jaringan kristal minyak yang homogen. Suhu pada saat emulsifikasi

sangat menentukan konsistensi dari margarin selama penyimpanan. Suhu emulsifikasi dan pendinginan erat kaitannya dengan pembentukan kristal, yaitu semakin rendah suhu maka pembentukan kristal semakin minimum. Proses terbentuknya kristal berawal dari terbentuknya kristal berbentuk alfa yang kemudian berubah menjadi bentuk beta, dan pada akhir proses berubah menjadi kristal beta *prime* yang halus dan lembut yang memberikan sensasi lembut dan enak di mulut.



Gambar 1.10 Proses pembuatan margarin

Selain rasa, margarin yang baik memiliki kemampuan oles (*spreadability*) yang baik, tidak mudah terjadi pemisahan antara fase minyak dan air (*oil separation*), dan dapat melebur dengan baik pada suhu tubuh atau ketika dimasukkan ke dalam mulut (suhu leleh). Karakteristik tersebut dipengaruhi

oleh bahan baku dan kondisi pengolahan. Jenis minyak atau lemak maupun komposisi campuran yang digunakan sebagai bahan baku memengaruhi titik leleh dari margarin yang dihasilkan.

## 1.6 Teknologi Gula dan Konfeksionari

Gula merupakan istilah yang digunakan untuk semua kelompok karbohidrat yang digunakan sebagai pemanis. Dalam industri pangan, gula digunakan untuk menyatakan gula sukrosa, yang dihasilkan dari tebu (*Saccharum officinarum* L.) atau bit (*Beta vulgaris* L.). Gula merupakan bahan utama dalam industri konfeksionari. Produk konfeksionari mencakup kembang gula (permen), biskuit wafer, *boiled sweet* (permen keras), *butterscotch*, karamel, gum dan *pastilles*, *liquorice paste goods*, *fudge*, *nougat (grained)*, *jelly*, *marshmallow*, *fondant centres*, *plain chocolate*, *marzipan*, dan *coconut ice*.

Secara umum, produk konfeksionari mengandung gula yang sangat tinggi dan aktivitas air ( $a_w$ ) yang sangat rendah sehingga tidak terlalu rentan terhadap kerusakan mikrobiologi. Oleh karena itu, produk konfeksionari bersifat stabil dan memiliki umur simpan yang relatif lama. Perubahan kimia dan fisik merupakan penyebab utama kerusakan yang menyebabkan penurunan cita rasa, tekstur, warna, dan aroma.

### 1.6.1 Gula Pasir

Gula sukrosa secara komersial diolah dari tanaman tebu yang umumnya mengandung 10–20% sukrosa dan bit gula yang mengandung 10–17% sukrosa. Pembuatan kristal sukrosa dari tebu dimulai dari pemanenan tebu yang telah berumur 12–22 bulan, lalu bagian daunnya dihilangkan. Batang tebu digiling dengan menggunakan gilingan besi untuk mengeluarkan cairan yang disebut nira, sedangkan padatan yang tersisa disebut *bagasse*. Ke dalam nira ditambahkan kapur, hingga mencapai pH 8,2 untuk mencegah terjadinya inversi. Setelah melalui proses pemanasan, kotoran dipisahkan dengan penyaringan. Nira bersih hasil penyaringan dipekatkan dengan cara penguapan hampa secara bertingkat, untuk menghasilkan nira pekat yang siap dikristalkan. Nira pekat dikristalkan dengan bantuan inti kristal sukrosa

yang ditambahkan. Kristal gula yang terbentuk dipisahkan dari sisa cairannya dengan proses sentrifugasi, lalu dikeringkan. Sisa cairan hasil sentrifugasi disebut molases atau tetes. Gula kering yang diperoleh masih belum berupa gula murni, tetapi masih berwarna merah oleh lapisan tipis molases yang tersisa pada permukaan kristal.

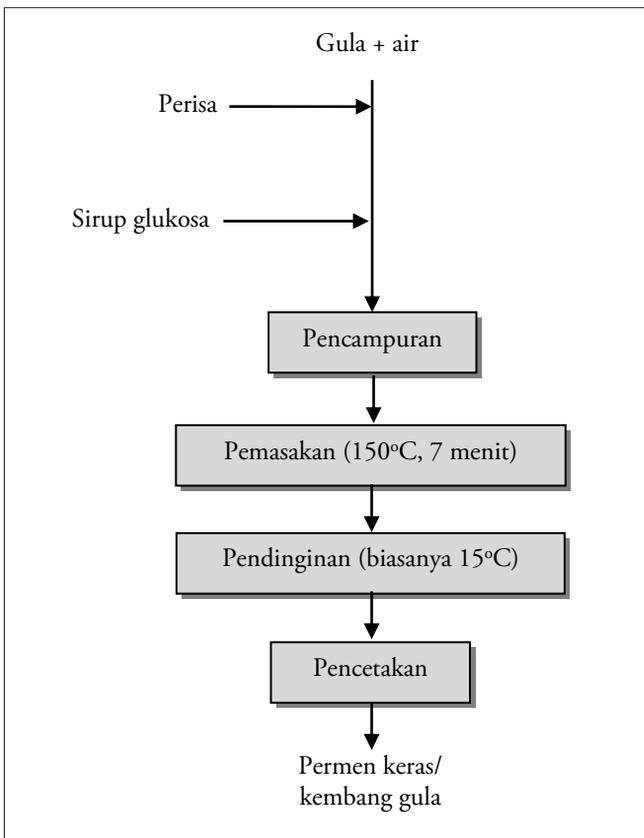
Pemurnian gula dilakukan dengan cara mencuci, di mana kristal gula dilarutkan dalam air hangat, kemudian dilewatkan melalui arang aktif untuk menghilangkan kotoran terutama pewarna. Larutan gula yang telah bersih dari kotoran selanjutnya dikonsentrasikan dengan cara penguapan dalam tangki besar pada suhu rendah untuk memfasilitasi presipitasi gula. Jika ukuran kristal yang diinginkan telah tercapai, maka sisa larutan dipisahkan dengan sentrifugasi, sehingga tidak ada air yang tersisa pada kristal. Butiran gula yang diperoleh berupa kristal putih yang agak kasar dan kering.

## 1.6.2 Permen/Kembang Gula

Kembang gula keras (*hard candy*), atau lebih populer dengan istilah permen (*candy*), adalah jenis makanan selingan berbentuk padat, dibuat dari gula atau campuran gula dengan pemanis lain, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan yang lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Kembang gula yang bertekstur keras dan tidak menjadi lunak jika dikunyah dikategorikan sebagai kembang gula keras atau *hard candy* (SNI 3547.1-2008), sedangkan jika bertekstur relatif lunak atau menjadi lunak jika dikunyah dikategorikan sebagai kembang gula lunak atau *soft candy* (SNI 3547.2-2008).

Pembuatan kembang gula diawali dengan melarutkan butiran kristal gula sukrosa kering di dalam air (**Gambar 1.11**). Gula sukrosa merupakan bahan baku pembuatan permen dan konfeksionari lainnya. Meskipun sukrosa bersifat mudah larut di dalam air, namun jumlah air harus cukup banyak untuk memastikan seluruh gula terlarut. Selanjutnya adalah mendidihkan larutan gula untuk menguapkan air yang sebelumnya ditambahkan untuk mendapatkan larutan gula yang sesuai. Pemanasan dilakukan hingga kadar air berkisar 1%. Larutan kemudian dituangkan ke dalam cetakan dan dibiarkan mendingin dan membentuk sesuai cetakan. Produknya berupa permen dengan struktur seperti gelas yang *amorfo*, keras tetapi mudah pecah (*brittle*).

Hal yang harus dihindari dalam pembuatan permen adalah terjadinya *graining*, yaitu terbentuknya kristal dalam produk, yang terasa kasar di lidah. Pembentukan kristal juga dapat mengurangi kejernihan dari permen oleh adanya massa yang kabur. Pembentukan kristal dipengaruhi oleh jenis gula yang digunakan, tingkat polimerisasi gula, kandungan air dan viskositas larutan gula. Pada prakteknya, kristalisasi dapat dicegah dengan menambahkan bahan seperti sirup glukosa dan gula invert yang tidak mengkristal, yang dapat mencegah polimerisasi sukrosa.

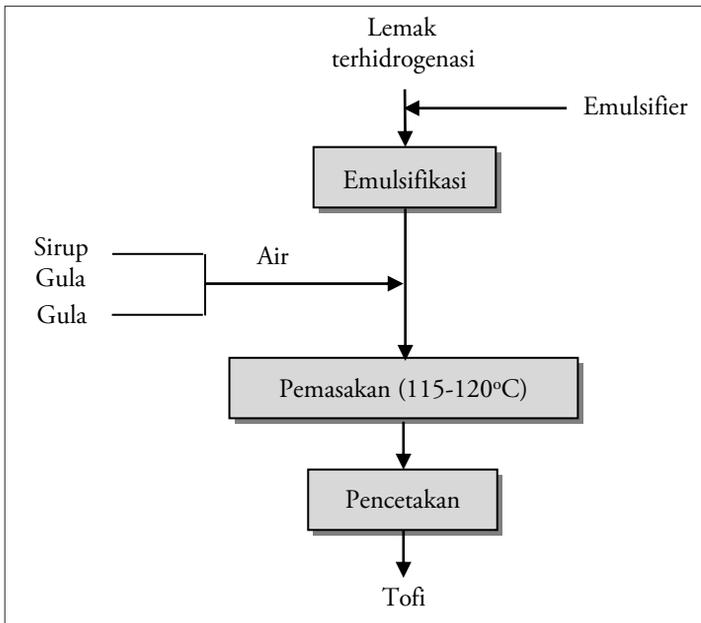


Gambar 1.11 Proses pembuatan kembang gula keras (*hard candy*)

### 1.6.3 Tofi dan Karamel

Tofi dan karamel adalah produk yang dibuat dari campuran sukrosa, sirup jagung, susu kondensasi, lemak, bahan pengemulsi dan perisa. Perbedaan keduanya terdapat pada stuktur dan kadar air, di mana tofi memiliki struktur keras dengan kadar air rendah, sedangkan karamel lebih lunak dengan kadar air dan lemak yang lebih tinggi.

Proses pembuatan tofi diawali dengan pencampuran semua ingridien, lalu dihomogenkan dan dimasak hingga membentuk produk dengan total padatan yang tinggi, dan kadar air di bawah 7,5% (**Gambar 1.12**). Struktur tofi terbentuk dari terdispersinya lemak pada matrik gula yang di dalamnya telah terdispersi padatan dari susu. *Flavor* karamel dan warna tofi terbentuk oleh interaksi antara asam amino atau protein dengan gula pereduksi pada suhu tinggi (reaksi Maillard).



Gambar 1.12 Proses pembuatan tofi

Jenis ingridien dan proses sangat menentukan *flavor* dan tekstur tofi. Reaksi karamelisasi pada suasana alkali menghasilkan mutu yang baik, yaitu pH 6 sangat optimum untuk mendapatkan mutu tofi yang baik. Proses homogenisasi juga perlu diperhatikan untuk mendapatkan *smoothness* pada produk akhir. Kombinasi dari sukrosa dan sirup glukosa memengaruhi tingkat kemanisan, *flavor* dan tekstur produk tofi. Sirup glukosa dengan *dextrose equivalent* (DE) rendah, di bawah DE-42, memiliki viskositas yang tinggi dan direkomendasikan untuk menghasilkan tofi untuk daerah tropis, karena kecenderungan untuk cepat meleleh lebih rendah. Lemak juga berkontribusi penting dalam mengurangi kelengketan dan pelepasan cita rasa ketika tofi dimasukkan ke dalam mulut. Lemak yang ideal untuk tofi adalah yang meleleh dengan cepat pada suhu 40°C, meskipun untuk tofi di daerah tropis lebih disukai yang memiliki titik leleh yang lebih tinggi.

## 1.7 Teknologi Minuman

Minuman (*beverage*) dapat didefinisikan sebagai cairan atau fluida yang dapat diminum (*drinkable liquid*). Konsumsi produk minuman tidak hanya berfungsi untuk menghilangkan rasa haus (air), tetapi juga untuk tujuan lain, di antaranya memberikan efek stimulan (minuman berkafein, seperti kopi, teh dan coklat), memberi efek pada kesehatan (minuman susu, *juice* buah dan sayur, dan sari kacang hijau), memberi kenikmatan (minuman ringan berkarbonasi), membantu untuk menjaga kinerja atlet (*sport drink*) dan untuk mendapatkan efek dari alkohol (bir, dan *wine*).

Klasifikasi minuman dapat berdasarkan bahan yang digunakan (alami dan sintetis), tingkat karbonasi (minuman karbonasi dan non karbonasi), suhu penyajian (minuman panas dan dingin), efek fisiologis (minuman stimulasi dan non stimulasi), keberadaan alkohol (minuman beralkohol dan non alkohol); dan sebagainya.

Minuman beralkohol adalah minuman yang mengandung etil alkohol dan diproduksi dengan cara fermentasi alami atau terkontrol, dengan atau tanpa destilasi. Ada tiga kelompok minuman beralkohol yaitu bir, anggur (*wine*) dan spirit. Bir (kadar alkohol 4–8%) dibuat dengan fermentasi campuran *malt* dan *hops* serta bahan tambahan lainnya. *Wine* (kadar alkohol

9–16%) dibuat dengan fermentasi anggur dan/atau buah lainnya; dan spirit (kadar alkohol lebih dari 20%) dibuat dengan fermentasi dari molasses, sari buah, ekstrak sereal atau bahan lainnya yang kemudian dilanjutkan dengan proses destilasi.

### 1.7.1 Minuman Ringan (*Soft Drink*)

Istilah minuman ringan (*soft drink*) memiliki berbagai interpretasi. Menurut Peraturan Badan POM Nomor 34 Tahun 2019 tentang Kategori Pangan, yang termasuk minuman ringan adalah minuman yang tidak beralkohol, tetapi tidak termasuk minuman berbasis susu. Lima jenis minuman ringan menurut kategori pangan adalah air minum dan air berkarbonat, sari buah dan sari sayur, nektar buah, dan nektar sayur, minuman berbasis air berperisa dan minuman yang disiapkan dari penyeduhan atau perendaman seperti kopi dan teh. Di dalam subbab ini, pengertian minuman ringan akan dipersempit, hanya minuman tidak beralkohol berbasis air berperisa, dengan atau tanpa karbonasi.

Minuman ringan atau minuman berperisa adalah produk minuman dengan cita rasa manis yang diimbangi oleh rasa asam. Dari penampakannya, minuman berperisa ada yang jernih dan keruh. Produk juga dapat mengandung *particulated matter* (misalnya potongan-potongan buah), serta dapat dijumpai dalam bentuk minuman berkarbonat dan tidak berkarbonat.

Minuman ringan diperoleh dari pencampuran air minum dengan bahan perisa (alami atau sintetis), pemanis, asidulan (asam sitrat, malat atau fosfat), pewarna, pengawet dan bahan pangan lain (hancuran buah, sari buah, atau bahan alami lainnya) serta bahan tambahan pangan lainnya. Perisa, pemanis dan asidulan merupakan komponen penting pembentuk karakter dari minuman ringan. Meskipun gula masih merupakan pemanis yang umum digunakan, saat ini banyak dikembangkan produk yang menggunakan pemanis sintetis dan/atau tanpa pemanis. Jenis minuman berperisa yang umum dijumpai adalah minuman berbasis air berperisa; minuman buah dan/atau sari buah; minuman teh, kopi atau herbal; serta konsentrat dan bubuk untuk minuman berbasis air berperisa. Perkembangan ingridien (misalnya protein

*whhey* terlarut), munculnya berbagai perisa eksotis dan beragamnya kemasan menyebabkan produk minuman ringan terus berkembang, contohnya adalah minuman isotonik dan minuman berenergi.

Minuman berbasis air berperisa dibuat dengan penambahan gula dan perisa, dengan atau tanpa asam organik dan pewarna. Ada dua jenis minuman berperisa yang berkarbonat, yaitu *gaseosa* (seperti minuman berbasis air dengan penambahan karbondioksida, pemanis dan perisa; contohnya limun) dan soda (seperti minuman cola, *root beer*, *ginger ale*, sarsaparilla). Contoh minuman berperisa yang tidak berkarbonat adalah minuman rasa buah dan minuman rasa susu, di mana penambahan sari buah atau susu hanya dalam jumlah sedikit dan bersama-sama dengan perisa berfungsi untuk memberikan rasa pada minuman.

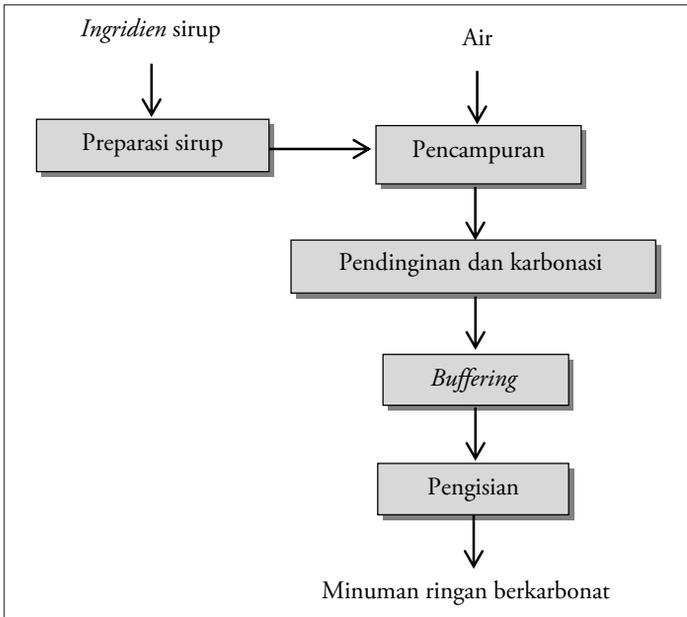
Minuman buah dan/atau sari buah dibuat dari hancuran buah, sari buah atau konsentrat buah dengan penambahan pemanis, asam organik, perisa dan air dengan atau tanpa karbonasi. Total sari buah di dalam produk minuman buah bervariasi dari 10–35% (b/v) dan pada minuman sari buah minimal 35% (b/v).

Minuman teh, kopi atau herbal merupakan minuman siap minum yang terbuat dari ekstrak teh, kopi atau herbal, air, dengan atau tanpa penambahan gula dan bahan pangan lain. Minuman ini sebagian besar dijumpai dalam bentuk tidak berkarbonat.

Konsentrat untuk minuman berbasis air berperisa dapat dijumpai dalam bentuk tepung, cair (sirup) dan beku, berkarbonat atau tidak dengan penambahan air. Contoh produknya adalah sirup cola, sirup buah, sirup kopi dan premiks *iced tea*.

Proses pengolahan minuman ringan berkarbonat diawali dengan persiapan air dan pembuatan sirup, dilanjutkan dengan proses pencampuran sirup dengan air, pendinginan dan penambahan karbondioksida, proses *buffering* dan pengisian (**Gambar 1.13**). Ingridien dan proses pengolahan minuman ringan yang tidak berkarbonat sama dengan minuman ringan berkarbonat, tetapi tanpa proses karbonasi.

Pada tahap preparasi sirup, semua bahan dicampurkan kecuali air. Bahan tersebut mencakup perisa, pemanis, asidulan, pewarna, pengawet dan beberapa bahan tambahan pangan lainnya (antioksidan, pengemulsi, penstabil, *clouding agent*, dan *foaming agent*).



Gambar 1.13 Proses pembuatan minuman ringan berkarbonat

Proses karbonasi dilakukan hanya untuk minuman berkarbonat. Proses dilakukan dalam kondisi dingin karena mampu menjaga  $\text{CO}_2$  tetap di dalam campuran dan membuat proses pengisian menjadi lebih mudah. Tingkat karbonasi optimum bervariasi sesuai dengan *flavor* dan karakter yang diinginkan pada minuman. Secara umum, minuman buah dan sari buah dikarbonasi pada level rendah (sekitar 1 volume  $\text{CO}_2$ ), cola dan *ginger ale* pada level menengah (2–3 volume  $\text{CO}_2$ ) dan konsentrat pada level yang lebih tinggi (sampai 6 volume) untuk memungkinkan pengenceran dalam cairan tidak berkarbonasi. Penggunaan botol PET atau botol berukuran besar (volume 2–3 liter) membutuhkan tingkat karbonasi sedikit lebih

tinggi dibandingkan dengan botol gelas dan botol berukuran kecil, untuk mengompensasi hilangnya CO<sub>2</sub> melalui dinding botol saat penyimpanan dan saat pembukaan botol secara berulang selama konsumsi.

Pada minuman ringan berkarbonat, karbondioksida yang ada di dalamnya selain berperan untuk memberikan karakteristik sensori, juga bersifat antimikroba terutama terhadap kapang dan khamir, kondisi yang tidak dimiliki oleh minuman ringan nonkarbonasi. Karena itu, proses termal dan pengisian secara aseptis menjadi sangat penting untuk menjaga stabilitas mutu minuman ringan non karbonasi selama penyimpanan.

Minuman dalam bentuk konsentrat (cair) dibuat dengan teknologi yang sama dengan minuman siap minum (*ready to drink* atau RTD). Perbedaannya adalah pada rasio sirup dan air yang digunakan, dan kadar CO<sub>2</sub> yang ditambahkan.

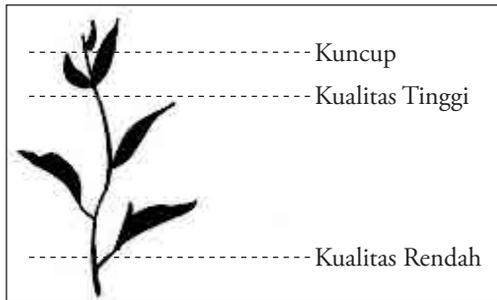
Untuk minuman ringan dalam bentuk bubuk, formulasi campuran umumnya disesuaikan dengan produk cairnya. Campuran di dalam bubuk mungkin sudah lengkap dan saat rehidrasi tidak membutuhkan tambahan ingridien apapun selain air; atau mungkin belum lengkap dan butuh tambahan bahan lain, misalnya gula, saat direhidrasi. Untuk minuman berkarbonat, ke dalam campuran bubuk juga ditambahkan natrium atau kalium karbonat untuk memberikan karbonasi saat rehidrasi. Produksi minuman bubuk pada dasarnya adalah operasi dari proses penimbangan dan pencampuran ingridien. Perhatian khusus perlu diberikan untuk kemasan yang digunakan, yaitu hendaknya memiliki sifat penghalang yang baik terhadap uap air dan tahan terhadap tekanan fisik. Kemasan yang banyak digunakan di antaranya kemasan laminasi kertas-polietilen-aluminium foil.

### 1.7.2 Minuman Penyegar (Teh, Kopi, dan Cokelat)

Teh, kopi, dan cokelat termasuk jenis minuman yang populer di dunia. Popularitasnya disebabkan oleh sifat sensorinya yang khas dan efek yang ditimbulkan oleh kandungan kafein di dalamnya. Kafein dan senyawa alkaloid merupakan stimulan syaraf dan memberikan efek menyegarkan saat dikonsumsi.

## Pengolahan Teh

Teh merupakan minuman hasil seduhan dari olahan kering daun teh (*Camellia sinensis*). Pemetikan daun teh dilakukan secara manual. Daun kuncup memberikan teh dengan mutu terbaik tetapi kuantitasnya rendah. Biasanya daun teh yang dipetik adalah daun kuncup dan dua daun pertama setelah kuncup (**Gambar 1.14**).

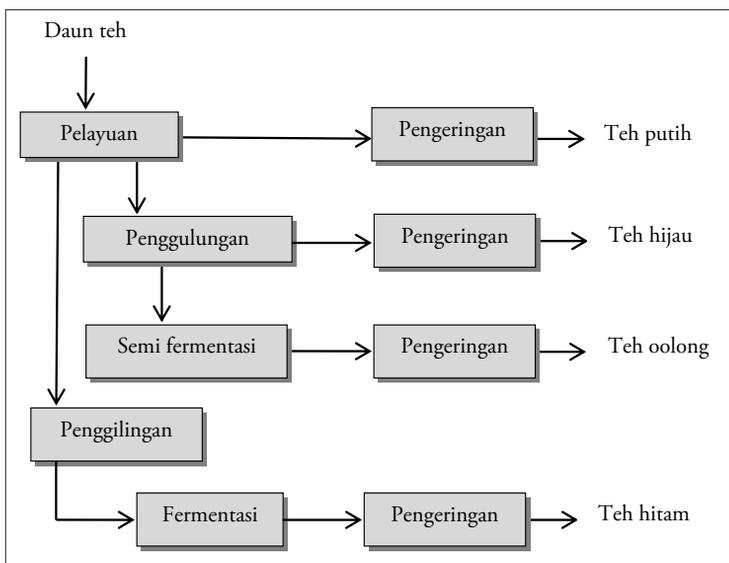


Gambar 1.14 Pemetikan daun teh

Berdasarkan proses pengolahannya, teh dapat dibedakan menjadi teh tanpa fermentasi (teh putih dan teh hijau), teh semi fermentasi (teh oolong) dan teh fermentasi (teh hitam). Jenis yang paling banyak diproduksi adalah teh hitam (sekitar 78%), lalu teh hijau (20%) dan sisanya teh oolong dan teh putih (total sekitar 2%). Proses fermentasi sendiri tidak merujuk pada proses fermentasi oleh aktivitas mikroba, namun dari reaksi enzimatik oksidatif dari enzim polifenol oksidase yang mengoksidasi polifenol menjadi senyawa teaflavin dan tearubigin.

Diagram alir proses pengolahan teh dapat dilihat pada **Gambar 1.15**. Teh putih (*white tea*) merupakan teh dengan proses pengolahan paling sederhana, yang hanya melibatkan proses pelayuan dan pengeringan. Proses pelayuan bertujuan untuk menginaktivasi enzim polifenol oksidase agar tidak terjadi reaksi enzimatik oksidatif polifenol. Proses pelayuan dilakukan dengan memanfaatkan panas matahari atau secara mekanis menggunakan *rotary panner* dan/atau *steamer*.

Proses penggulungan dilakukan secara manual (menggunakan tangan) atau dengan menggunakan mesin. Berbeda dengan teh hijau yang proses penggulangannya dilakukan setelah proses pelayuan, proses penggulungan pada teh oolong dilakukan bersama-sama dengan proses pelayuan. Tujuannya adalah untuk mengoksidasi sebagian polifenol yang ada di dalam daun teh.



Gambar 1.15 Proses pengolahan teh

Proses fermentasi dilakukan secara lebih intensif pada teh hitam, dan teknik pengolahannya dapat dibedakan menjadi teknik ortodoks (teh hitam ortodoks) dan teknik *crushing-tearing-curling* (teh hitam CTC). Pada teknik ortodoks, daun dilayukan selama 14–18 jam, diikuti dengan proses penggulungan, penggilingan dan fermentasi selama sekitar 1 jam. Sementara pada proses CTC, proses pelayuan berlangsung lebih singkat (sekitar 8–11 jam) yang diikuti dengan proses penggilingan untuk mengeluarkan cairan sel sebanyak mungkin. Tujuannya agar cairan sel dapat kontak dengan udara semaksimal mungkin dan proses oksidasi (fermentasi) dapat berlangsung secara optimal. Proses pengeringan dilakukan untuk menurunkan kadar air sehingga diperoleh produk teh kering dengan kadar air sekitar 12%. Pada teh oolong dan teh hitam, pengeringan juga bertujuan untuk menghentikan reaksi oksidasi enzimatis.

Banyak komponen yang berperan dalam pembentukan warna, aroma dan rasa dari seduhan teh (**Tabel 1.2**). Komponen aktif di dalam teh juga berperan penting terhadap kesehatan oleh adanya komponen bioaktif, seperti polifenol, katekin, kafein, asam galat, dan teaffavin.

Tabel 1.2 Komponen yang berperan dalam karakteristik warna, aroma dan rasa seduhan teh

Komponen bioaktif	Karakteristik mutu seduhan
<b>Warna</b>	
Klorofil A	Hijau tua (teh kering)
Klorofil B	Hijau kekuningan (teh kering)
Feoforbid	Cokelat (teh kering)
Feofitin	Hitam (teh kering)
Teaflavin	Merah kekuning-kuningan
Tearubigin	Cokelat kemerah-merahan
Flavonol glikosida	Kuning
Karoten	Kuning
<b>Aroma</b>	
Linalool, linalool oksida	<i>Sweet</i>
Geraniol, fenilasetaldehid	<i>Floral</i>
Nerolidol, benaldehid, metilsalisilat, fenil etanol	<i>Fruity</i>
Trans-2-heksenal, n-heksenal, cis-3-heksenal, grassy, b-ionon	<i>Fresh flavor</i>
<b>Rasa</b>	
Polifenol, teaflavin	<i>Astringent</i>
Asam amino	<i>Brothy</i>
Kafein	<i>Bitter</i>
Teaflavin	<i>Astringent</i>
Kafein + teaflavin	<i>Briskness</i>
Tearubigin	<i>Ashy</i>

Sumber: Rohdiana (2015)

## *Pengolahan Kopi*

Kopi diolah dari biji buah kopi. Buah kopi memiliki diameter sekitar 1,5 cm, dengan biji berkeping dua. Ada dua spesies utama kopi yang digunakan secara komersial yaitu *Coffea Arabica* dan *C. canephora* (robusta). Biji kopi arabika berbentuk lonjong sementara robusta berbentuk bulat (**Gambar 1.16**). Kandungan kafein kopi robusta hampir dua kali lebih tinggi dari kopi arabika, dan menyebabkan rasa dari seduhan kopi robusta menjadi lebih pahit. Cita rasa dari kopi arabika lebih asam dengan sedikit rasa manis buah-buahan.

Pemanenan buah kopi dilakukan secara manual dengan cara memetik buah yang telah masak. Ukuran kemasakan buah ditandai dengan perubahan warna kulit buah. Kulit buah berwarna hijau tua ketika masih muda, kuning ketika setengah masak, merah saat masak penuh, dan kehitaman saat terlampaui masak penuh (*over ripe*).

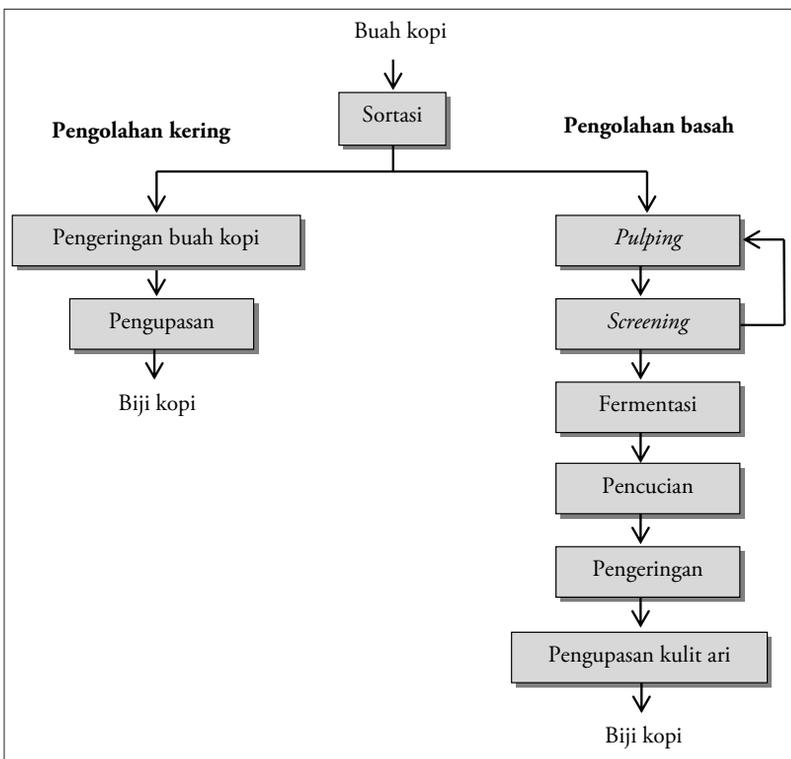


Gambar 1.16 Bentuk biji kopi robusta dan arabika

Buah kopi yang akan diolah disortasi untuk memisahkan buah yang superior (masak, bernas, dan seragam) dari buah inferior (cacat, hitam, pecah, berlubang, dan terserang hama/penyakit). Sortasi buah kopi juga bertujuan untuk menghilangkan kotoran seperti daun, ranting, tanah, dan kerikil. Biji kopi adalah biji kopi berwarna hijau yang sudah terlepas dari daging buah,

kulit tanduk dan kulit arinya serta telah mengalami pengeringan sehingga kandungan airnya kurang dari 12%. Biji kopi dikenal juga dengan nama kopi beras atau *green coffee*. Biji kopi selanjutnya diolah lagi menjadi bentuk yang dapat diminum.

Pengolahan buah kopi menjadi biji kopi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara kering dan cara basah (**Gambar 1.17**). Pada cara kering, buah kopi dikeringkan, lalu dikupas untuk memisahkan biji dari daging dan kulit. Proses pengeringan umumnya dilakukan dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari. Pengeringan juga dapat dilakukan dengan oven pengering pada suhu di bawah 30°C untuk mencegah kerusakan biji karena panas yang berlebihan. Proses pengupasan dapat dilakukan secara manual atau mekanis.



Gambar 1.17 Proses pengolahan biji kopi

Berbeda dengan cara kering, pengolahan biji kopi cara basah dilakukan dengan pengupasan daging dan kulit buah (*pulping*) terlebih dahulu, yang dilanjutkan dengan proses fermentasi, pencucian, pengeringan dan pengupasan kulit ari. Proses fermentasi biasanya dilakukan pada kopi arabika, yang bertujuan untuk menghilangkan lapisan lendir yang tersisa di permukaan kulit ari biji kopi setelah pengupasan. Fermentasi juga bertujuan untuk mengurangi rasa pahit dan mendorong terbentuknya kesan “*mild*” pada cita rasa seduhan. Prinsip fermentasi adalah peruraian senyawa yang terkandung di dalam lapisan lendir oleh mikroba alami dan dibantu dengan oksigen dari udara. Proses fermentasi dapat dilakukan secara basah (direndam di dalam genangan air) dan secara kering (tanpa rendaman air). Proses pengeringan umumnya dilakukan dengan penjemuran.

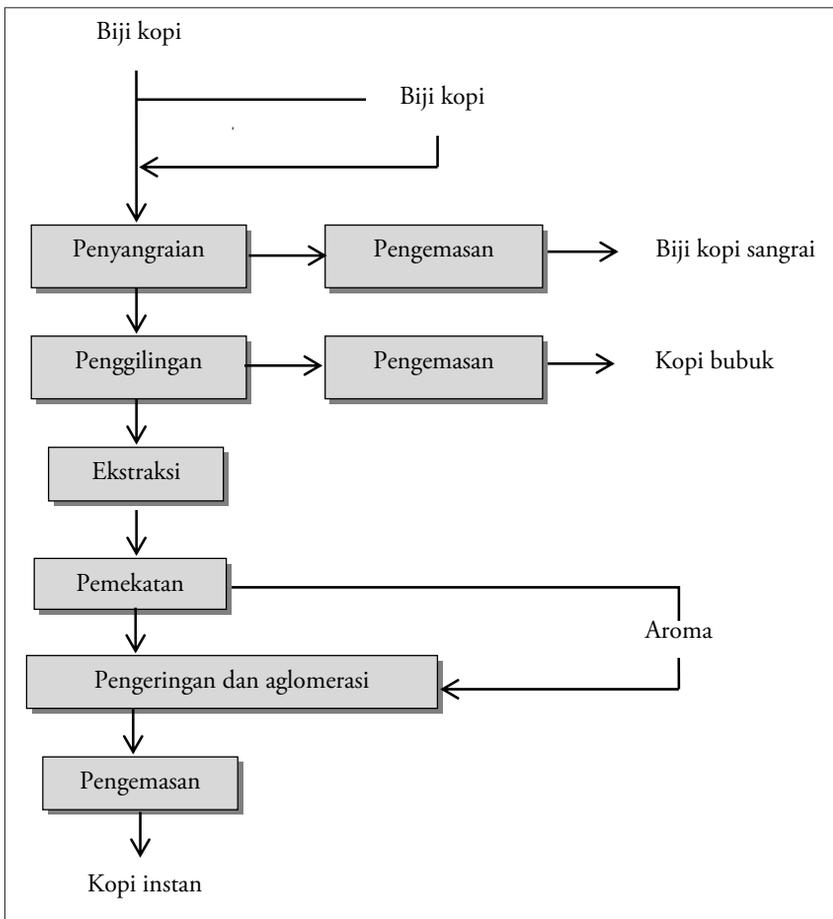
Untuk dapat diseduh menjadi minuman, biji kopi masih mengalami proses pengolahan lanjutan. Untuk membuat kopi bubuk, biji kopi mengalami proses penyangraian (*roasting*) dan penggilingan. Untuk membuat kopi instan, proses penggilingan dilanjutkan dengan proses ekstraksi, pemekatan dan pengeringan. Proses dekafeinasi, jika diperlukan, dilakukan sebelum proses penyangraian. Ekstraksi kafein dari biji kopi dilakukan dengan beberapa cara, yaitu ekstraksi pelarut, ekstraksi air dan ekstraksi superkritis (*supercritical extraction*) dengan CO<sub>2</sub>. Diagram alir proses pengolahan kopi ditampilkan pada **Gambar 1.18**.

Proses penyangraian bergantung pada waktu dan suhu yang ditandai dengan perubahan kimia yang signifikan. Selain kehilangan air karena proses penguapan, penyangraian juga menyebabkan terjadinya kehilangan bahan kering terutama sebagai gas CO<sub>2</sub> dan produk pirolisis volatil lainnya. Banyak di antara produk pirolisis ini berperan penting dalam menentukan cita rasa kopi. Kehilangan bahan kering berkorelasi dengan tingkat penyangraian, yaitu sekitar 3–5% pada penyangraian ringan sampai sekitar 8–14% pada penyangraian berat (*heavy roast*).

Berdasarkan suhu penyangraian, kopi sangrai dibagi dalam tiga golongan yaitu *ligh roast* (193–199°C), *medium roast* (204°C) dan *dark roast* (213–221°C). Tingkat penyangraian menentukan banyak karakteristik cita

rasa dari seduhan kopi. Warna biji juga bervariasi dengan tingkat penyangraian dan dapat digunakan sebagai dasar dari sistem klasifikasi sederhana. Perubahan fisik terjadi, termasuk kehilangan kepadatan karena *'popping'*.

Penggilingan kopi diperlukan untuk memungkinkan ekstraksi cepat bahan yang larut oleh air panas. Ukuran partikel kopi bubuk dapat bervariasi dari kasar sampai sangat halus. Cara ekstraksi yang beragam, terutama pada skala domestik, membutuhkan ukuran partikel kopi yang berbeda. Percolator, misalnya, membutuhkan kopi bubuk yang relatif kasar untuk meminimalkan jumlah partikel halus yang memasuki cangkir kopi.



Gambar 1.18 Proses pengolahan lanjutan biji kopi

Untuk pembuatan kopi instan, setelah proses penggilingan dilanjutkan dengan proses ekstraksi, pemekatan dan pengeringan. Kopi bubuk diekstraksi dengan air panas untuk mendapatkan komponen kopi larut air. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan 5–10 perkolator dan suhu proses diatur pada kisaran 100–180°C. Ekstrak kopi yang dihasilkan mengandung 20–30% padatan terlarut. Komponen tidak terlarut yang ikut terbawa saat ekstraksi dihilangkan dengan proses sentrifugasi. Pengeringan ekstrak kopi dilakukan untuk memperoleh bubuk kopi instan dengan kadar air sekitar 3–4%. Proses ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengeringan semprot (*spray drying*) dan dengan teknik pengeringan beku (*freeze drying*).

Pengeringan semprot dilakukan pada suhu tinggi, yang memengaruhi rasa dari produk akhir, tetapi biaya produksinya jauh lebih rendah dibandingkan dengan pengeringan dengan menggunakan pengeringan beku. Pada teknik ini, ekstrak dipompa ke dalam atomizer, yang menghasilkan partikel berukuran kecil dan seragam. Di dalam ruang pengering yang dialiri dengan udara pemanas, partikel tersebut mengalami proses pemanasan secara mendadak dan cepat. Akibatnya air keluar secara cepat dan menghasilkan produk kering berbentuk partikel halus. Untuk meningkatkan daya larut di dalam air dan membentuk butiran yang lebih kasar, biasanya dilakukan proses aglomerasi. Bubuk hasil pengeringan semprot (*spray drying*) dibasahi kembali, agar saling bergabung untuk kemudian dikeringkan kembali menggunakan *fluid bed dryer*. Pada pengeringan beku, tahapan proses pengeringan ekstrak kopi adalah pembekuan ekstrak, penggilingan ekstrak beku untuk menghasilkan granula beku, sublimasi air pada kondisi vakum dan pemanasan sedang (suhu produk umumnya tidak lebih dari 50–70°C), sehingga diperoleh kopi bubuk instan.

Meskipun dimungkinkan untuk mengeringkan ekstrak kopi secara langsung, tetapi bubuk kopi yang dihasilkan bermutu rendah dan prosesnya tidak ekonomis. Proses pemekatan dengan evaporator vakum biasa dilakukan sebelum proses pengeringan untuk menghilangkan sebagian air. Pada tahap pemekatan, biasanya juga dilakukan proses *recovery* komponen cita rasa dan aroma volatil. Uap air bersama-sama dengan komponen *flavor* yang terperangkap di dalamnya dikondensasi lalu dipekatkan dan konsentrat ditambahkan kembali ke dalam ekstrak yang akan dikeringkan.

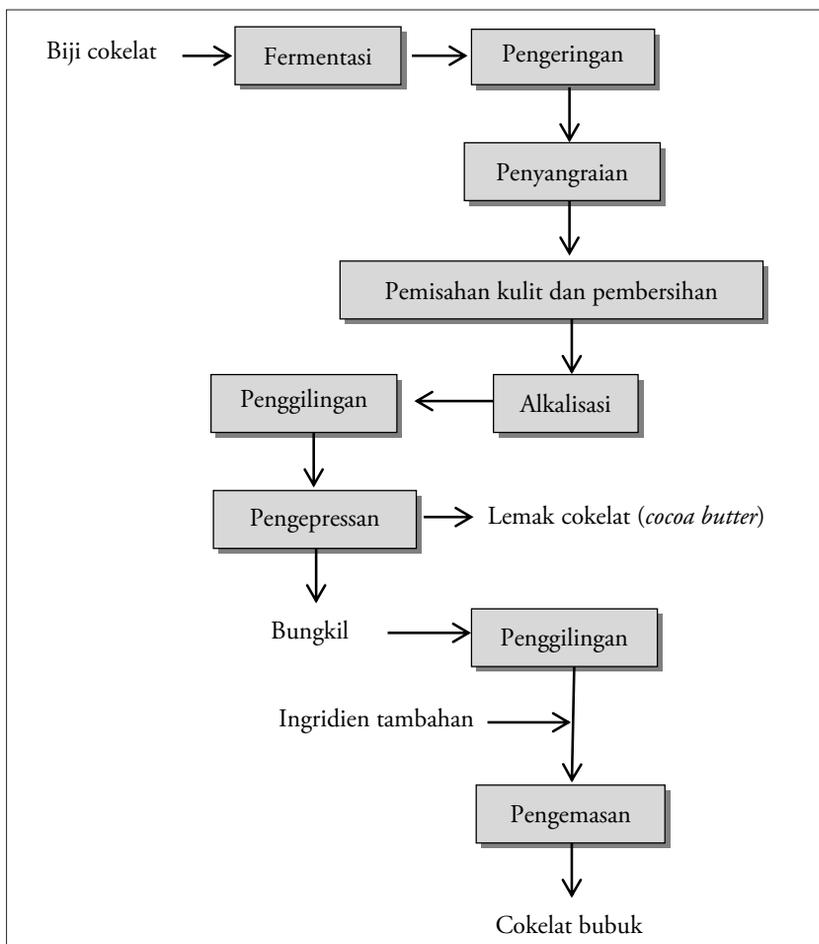
### 1.7.3 Pengolahan Cokelat

Ada tiga kelompok besar tanaman cokelat (*Theobroma cacao*) yaitu jenis criollo, forastero, dan trinitario. Criollo menghasilkan biji kakao dengan aroma yang sangat kuat tanpa rasa pahit, namun produktivitasnya rendah, dan sensitif terhadap penyakit. Forastero memiliki biji dengan aroma yang lemah dan rasa pahit, tetapi produksinya lebih tinggi dan lebih tahan terhadap penyakit. Trinitario yang merupakan hasil persilangan dari criollo dan forastero memiliki sifat yang mirip dengan criollo.

Cokelat berasal dari biji buah kakao (*cacao bean*). Biji kakao tumbuh di dalam buah, satu buah dapat berisi sekitar 30–50 biji kakao. Proses pengolahan cokelat bubuk disajikan pada **Gambar 1.19**. Kontaminasi *Salmonella* dapat terjadi selama pemrosesan biji kakao, sehingga pencegahan kontaminasi dari bahan mentah menjadi bagian penting dari manajemen produksi.

Untuk memperoleh cokelat dengan hasil terbaik, buah kakao dipanen dalam kondisi masak sempurna. Buah dibelah dan diambil bijinya. Biji yang ditumpuk di lantai atau wadah (keranjang bambu, kotak kayu) lalu difermentasi selama 2–8 hari. Proses fermentasi menyebabkan suhu biji naik menjadi 45–50°C dan menghentikan germinasi biji. Biji juga mengalami peningkatan keasaman dan *pulp* yang menempel pada biji cokelat terdekomposisi secara enzimatik menjadi cairan yang larut air. Selama fermentasi juga terjadi pembentukan warna dan *flavor* serta degradasi parsial komponen penyebab rasa pahit dan kelat. Fermentasi dikatakan sempurna apabila warna biji kakao berubah dari warna terang menjadi cokelat gelap yang homogen dan biji mudah dipisah dari kulit bijinya.

Setelah fermentasi selesai, biji dikeringkan hingga kadar air cukup rendah (sekitar 6,5%). Proses pengeringan bisa dilakukan dengan cara penjemuran atau menggunakan oven pengering (55–66°C). Sebelum diolah lebih lanjut, dilakukan proses pembersihan biji yang bertujuan untuk mengeluarkan pengotor yang mungkin terbawa, seperti pasir, batu, partikel tanaman dan sebagainya. Keberadaan pengotor ini tidak diinginkan. Pengotor yang keras berpotensi untuk merusak peralatan proses, dan pengotor organik dapat merusak *flavor* cokelat selama proses penyangraian.



Gambar 1.19 Proses pengolahan cokelat bubuk

Proses penyangaian merupakan tahapan penting dalam produksi *cocoa* dan produk cokelat. Penyangaian berfungsi untuk pengeringan nib (daging biji), menghilangkan komponen *flavor* yang tidak diinginkan, menghasilkan *flavor* dan warna, dan mempermudah pelepasan kulit. Selain itu, panas selama penyangaian juga berperan untuk membunuh mikroba kontaminan yang mungkin terikut dari tahapan sebelumnya. Penyangaian biji cokelat dilakukan pada suhu maksimal 150°C selama 10–35 menit.

Biji yang telah disangrai lalu diretakkan dan dipisahkan dari kulit ari dan lembaganya dengan menggunakan teknik hembusan udara (menampi secara mekanis). Keberadaan kulit ari dan lembaga tidak diinginkan, karena merusak *flavor* dan karakteristik produk olahan cokelat.

Sel-sel di dalam nib mengandung sekitar 55% lemak cokelat (*cocoa butter*) yang berbentuk padat. Penggilingan memecahkan dinding sel sehingga lemak dapat keluar dari sel. Panas yang terjadi selama proses penggilingan dapat mencapai 34°C yang merupakan titik leleh dari lemak cokelat. Ukuran partikel dari bagian non-lemak semakin berkurang dan terbentuk massa cair kakao atau pasta cokelat (*cocoa liquor* atau *cocoa mass*). Proses penggilingan dilakukan 2–3 tahap untuk memperoleh pasta cokelat dengan tingkat kehalusan tertentu.

Proses alkalisasi kadang dilakukan sebelum proses penggilingan. Nib sangrai direndam dalam larutan alkali encer (konsentrasi 2–2,5%) pada suhu 75–100°C, lalu dinetralkan untuk selanjutnya dikeringkan sampai kadar air menjadi 2%, atau diadon (*kneading*). Proses ini menyebabkan pengembangan pati dan menghasilkan massa cokelat dengan struktur sel berbentuk *sponge* dan *porous*. Selain melembutkan *flavor* dengan menetralkan sebagian asam lemak bebas, alkalisasi juga memperbaiki warna, daya basah (*wettability*) dan dispersibilitas cokelat bubuk (*cocoa powder*) yang mencegah pembentukan endapan dalam minuman cokelat.

Untuk memperoleh cokelat bubuk, maka sebagian lemak (*cocoa butter*) yang ada di dalam pasta harus dikeluarkan. Pengeluaran lemak dilakukan dengan menggunakan pengepress (hidrolik atau mekanis) pada tekanan 400–500 bar dan suhu 90–100°C. Lemak cokelat dilewatkan pada *filter press* untuk memisahkannya dari kotoran yang mungkin terbawa, untuk selanjutnya dicetak dan didinginkan, dan siap untuk digunakan oleh industri cokelat.

Bungkil hasil pengepressan digiling dan diayak untuk memperoleh ukuran partikel bubuk yang seragam. Kandungan lemak cokelat bubuk sekitar 10–22%. Cokelat dengan kadar lemak yang lebih tinggi biasanya memiliki warna yang lebih gelap dan *flavor* yang lebih ringan. Cokelat bubuk ini digunakan dalam berbagai produk pangan, misalnya untuk membuat minuman cokelat, ingredien untuk *cake*, *puding*, *ice cream* dan sebagainya.

Cokelat bubuk untuk minuman dapat ditambahkan dengan ingredien lain. Contoh bahan yang ditambahkan adalah perisa (ditambahkan ke dalam cokelat bubuk) dan garam NaCl (ditambahkan saat proses alkalisasi).

Masalah utama dari cokelat bubuk adalah kemampuan dispersinya yang buruk sehingga harus diseduh dengan air panas. Penambahan lesitin ke dalam cokelat bubuk dapat menghasilkan cokelat bubuk instan (dapat terdispersi dalam air dingin). Penambahan lesitin dapat dilakukan dengan menyemprotkan larutan lesitin ke bungkil saat proses penggilingan, dikombinasikan dengan proses aglomerasi dan/atau ditambahkan dalam bentuk bubuk ke dalam cokelat bubuk.

Minuman cokelat bubuk instan juga dapat dibuat dengan teknik pengeringan. Minuman cokelat bubuk instan mengandung sukrosa dan cokelat bubuk dengan rasio sekitar 7 : 3. Proses produksinya sederhana, yaitu pembuatan larutan gula jenuh, pencampuran dengan cokelat bubuk dan pengeringan. Susu bubuk dapat ditambahkan ke dalam minuman cokelat bubuk ini. Selain dengan cokelat bubuk, minuman cokelat instan juga dapat dibuat dengan menggunakan pasta cokelat (*cocoa liquor*). Susu dipanaskan dan dipampatkan, ditambahkan dengan sukrosa, kemudian pasta cokelat, diadon (*kneading*) dan dikeringkan.

## 1.8 Teknologi Pengolahan Buah dan Sayur

Pengolahan buah dan sayur menjadi penting untuk diversifikasi produk, mengurangi susut komoditas karena kerusakan pasca panen dan meningkatkan nilai tambah buah dan sayur. Pengolahan buah dan sayur dilakukan dengan berbagai metode, seperti suhu rendah, perlakuan termal, pemekatan, pembekuan, dan iradiasi.

### 1.8.1 Penanganan Awal Buah dan Sayur

Sebelum diolah, biasanya buah dan sayur dilakukan proses penanganan awal di antaranya sortasi dan *grading*, pencucian, pengupasan, pengecilan ukuran dan blansir.

Sortasi adalah proses pemisahan berdasarkan sifat fisik buah dan sayur seperti berat, ukuran, bentuk, densitas dan warna. Tujuannya adalah untuk menjamin keseragaman atribut bahan (ukuran, berat, bentuk atau warna, dan sebagainya). Klasifikasi (pengelompokan) jika dilakukan berdasarkan pada mutu produk keseluruhan yang menggabungkan nilai komersial, penggunaan akhir dan standar (*grading*). Sortasi merupakan bagian dari *grading*, tetapi *grading* bukan bagian dari sortasi. *Grading* didasarkan pada kriteria dimensi, organoleptik dan tingkat kematangan, yang disesuaikan dengan penggunaan produk akhir. Contohnya, buah untuk *jam* disyaratkan memiliki tekstur yang padat, dengan kadar pektin tinggi sementara jika akan diolah menjadi sari buah, yang diinginkan adalah buah yang teksturnya lunak, banyak air dan kadar pektin yang rendah.

Pencucian dilakukan sebelum buah atau sayur dikupas atau dipotong untuk mencegah hilangnya zat gizi larut air. Proses pencucian ini sangat penting untuk menurunkan kandungan mikroba awal dan meningkatkan mutu mikrobiologis buah dan sayur, juga menghilangkan atau meminimalkan kontaminasi oleh pencemar (fisik dan kimia). Tergantung dari jenis buah dan sayurnya, proses pencucian dapat dilakukan dengan perendaman, pengapungan, dilewatkan pada air mengalir, dengan penyemprotan air bertekanan tinggi, dan kadang dikombinasi dengan agitasi. Pembersihan juga dapat dilakukan dengan penyaringan (tanpa air), dengan hembusan udara bertekanan, dan dengan magnet. Proses pembersihan tanpa air biasanya dilakukan untuk memisahkan cemaran fisik. Pembersihan dengan magnet terutama bertujuan untuk menghilangkan cemaran logam.

Pengupasan bertujuan untuk membuang bagian yang tidak diinginkan atau yang tidak dapat dimakan dan memperbaiki penampakan produk akhir. Pengupasan dapat dilakukan secara manual (misalnya dengan pisau), mekanis (misalnya dengan menggunakan mesin permukaan abrasif), dengan larutan kimia (misalnya dengan perendaman dalam larutan alkali konsentrasi rendah (1–2%) pada suhu sekitar 93°C selama sekitar 0,5–3 menit yang dilanjutkan dengan penyemprotan air bertekanan tinggi untuk melepas kulit), dan dengan panas (misalnya pencelupan dalam air panas untuk waktu singkat, kulit lalu dikupas dengan menggunakan tangan).

Buah dan sayur dapat diolah dalam bentuk utuh atau sebelumnya sudah mengalami pengecilan ukuran. Pengecilan ukuran digunakan untuk meningkatkan kualitas makan atau untuk memudahkan proses selanjutnya. Contoh pada buah dan sayur adalah memotong, membelah, mengiris, dan menggiling.

Blansir adalah perlakuan panas ringan yang diberikan kepada buah dan sayur segar untuk menginaktivkan enzim (mencegah kerusakan warna akibat reaksi pencokelatan enzimatis, penyimpangan *flavor* dan kerusakan tekstur), melunakkan bahan untuk mempermudah proses selanjutnya, mengeluarkan udara yang terperangkap di dalam jaringan bahan, dan mengurangi jumlah mikroba awal. Proses blansir dapat dilakukan dengan air panas, uap panas (*steam*) atau blansir dengan gelombang mikro (*microwave*). Kebutuhan waktu proses blansir bervariasi, biasanya sekitar 2–5 menit, tergantung pada konsentrasi enzim relatif dan kematangan komoditas. Pendinginan secara cepat perlu dilakukan setelah blansir untuk mencegah pelunakan yang berlebihan yang mungkin dapat menyebabkan perubahan bentuk dan hilangnya kecerahan.

Pada beberapa jenis buah, proses blansir tidak dapat dilakukan karena menyebabkan kerusakan tekstur, misalnya pisang. Untuk buah yang seperti ini, senyawa kimia digunakan untuk menginaktivasi enzim pengoksidasi. Sebagai contoh, pencelupan di dalam larutan asam askorbat biasa digunakan sebagai antioksidan untuk mencegah pencokelatan.

## 1.8.2 Produk Buah dan Sayur Olah Minimal (*Minimally Processed*)

Teknologi olah minimal, sesuai dengan namanya, adalah teknologi dengan aplikasi proses yang minimal (pengupasan, pemotongan, pengirisan dan lain-lain) dengan tanpa pemanasan atau pemanasan minimal (jika terpaksa dilakukan). Salad buah dan sayur, produk buah sayur potong/irisasi (*fresh cut product*) dalam bentuk tunggal atau campuran yang siap untuk dikonsumsi (*ready to eat*) dan siap masak (*ready to cook*) adalah contoh dari produk buah

dan sayur yang diolah minimal. Selain mempertahankan kesegaran dan nilai gizi buah dan sayur, pengolahan minimal juga memberikan kemudahan pada konsumen dalam pemanfaatannya.

Perluasan jaringan bahan yang terjadi saat proses olah minimal dan tidak dilakukannya proses pemanasan dapat menyebabkan tingginya risiko kerusakan buah dan sayur karena reaksi fisiologis dan biokimia. Kerusakan enzimatik memicu pencokelatan produk serta penyimpanan aroma dan *flavor*, sementara peningkatan produksi etilen dan laju respirasi mempercepat proses pelunakan dan pelayuan buah dan sayur. Risiko kontaminasi juga menjadi lebih besar.

Untuk mencapai umur simpan yang cukup dan aman secara mikrobiologis, maka penanganan dan penyimpanan produk olah minimal harus dilakukan pada suhu kurang dari 5°C. Penerapan *good manufacturing practice* (GMP), prosedur sanitasi dan pendinginan produk menjadi suatu keharusan.

### 1.8.3 Produk Buah dan Sayur Kering

Buah dan sayur segar mengandung air dalam jumlah besar dan dalam bentuk air bebas. Kondisi ini menyebabkan buah dan sayur rentan terhadap kerusakan mikrobiologis. Pengeringan menurunkan kadar air dan menurunkan ( $a_w$ ) produk yang akan menghambat pertumbuhan mikroba, memperlambat aktivitas enzim dan meningkatkan stabilitas penyimpanan.

Tahapan proses pengeringan buah dan sayur mencakup proses pemilihan bahan baku, pencucian, pengupasan dan pengecilan ukuran, pembilasan, blansir dan pendinginan, proteksi warna, pengeringan dan pengemasan. Buah dan sayur yang akan dikeringkan harus dalam kondisi segar, berwarna cerah, teksturnya kokoh dengan bentuk, ukuran dan tingkat kematangan yang seragam, dan tidak rusak. Pengecilan ukuran perlu dilakukan untuk mempercepat proses pengeringan. Proteksi warna dilakukan untuk buah dan sayur yang rentan terhadap perubahan warna, dengan menambahkan protektan warna seperti natrium bikarbonat atau asam sitrat di dalam air blansir.

Pengeringan buah dan sayur dapat dilakukan dengan penjemuran dan/atau dengan menggunakan pengering (*oven dryer* dan *tunnel dryer*, contoh pengering yang umum digunakan). Suhu pengeringan tergantung pada komoditas yang dikeringkan. Untuk setiap buah dan sayur, suhu pengeringan perlu dijaga agar tidak melebihi suhu idealnya. Pengeringan pada suhu yang terlalu tinggi menyebabkan terjadinya *case hardening* (bagian luar bahan kering sementara bagian dalamnya masih basah) dan pencokelatan. Secara umum, suhu yang digunakan sekitar 60–65°C. Beberapa buah dan sayur dapat dikeringkan pada suhu yang lebih tinggi, contohnya bayam yang dapat dikeringkan pada suhu 80°C. Buah dan sayur dengan kadar gula yang tinggi dan/atau dengan kandungan senyawa volatil yang tinggi dikeringkan pada suhu yang lebih rendah, sekitar 50–60°C. Buah berkadar gula tinggi juga dapat dikeringkan pada suhu yang secara bertahap dinaikkan, misalnya pengeringan *plum* yang dilakukan pada suhu awal 40–50°C dan kemudian dinaikkan menjadi 75–80°C. Lama proses pengeringan tergantung pada jenis komoditas, ukuran saat dikeringkan dan kadar air produk akhir yang diinginkan.

Karena perbedaan bentuk, ukuran dan ketebalan bahan saat dikeringkan, dapat terjadi sedikit perbedaan pada kadar air produk akhir yang keluar dari pengering. Oleh karena itu, produk yang keluar dari pengering, setelah didinginkan (ke suhu ruang), perlu dikemas dalam wadah atau kantong kedap udara selama 1–2 malam untuk memungkinkan terjadinya keseimbangan kadar air pada produk sebelum masuk ke tahapan proses selanjutnya.

Selain buah dan sayur kering seperti sebelumnya, ada juga produk buah kering spesifik contohnya *fruit leather* dan manisan buah serta asinan buah dan sayur. *Fruit leather* dibuat dari buah yang dihaluskan (*puree*), dibentuk lembaran dan dikeringkan. Selain dapat dikonsumsi langsung sebagai camilan, *fruit leather* dapat dimasak kembali sebagai saus. Produk ini dapat dibuat dari berbagai jenis buah, yang umum adalah apel, pisang, anggur, pir, mangga, dan pepaya yang sudah masak. Buah dicuci dan dikupas, dipotong kecil-kecil, diblansir pada 80°C selama beberapa menit, dan kemudian dihancurkan hingga terbentuk *puree*. *Puree* dapat ditambah dengan gula, asam dan pengental, selanjutnya dibentuk lembaran dengan tebal sekitar 2–3 mm pada

loyang yang sebelumnya sudah disemprot dengan gliserol untuk mengurangi lengket. Lembaran ini lalu dikeringkan dengan oven dalam 45°C selama beberapa jam, sampai permukaan tidak lengket lagi saat disentuh dengan jari. Setelah dingin, *leather* dipotong-potong dengan ukuran sekitar 12x12 cm<sup>2</sup> dan dikemas dalam plastik polipropilen dengan ketebalan 0,1 mm.

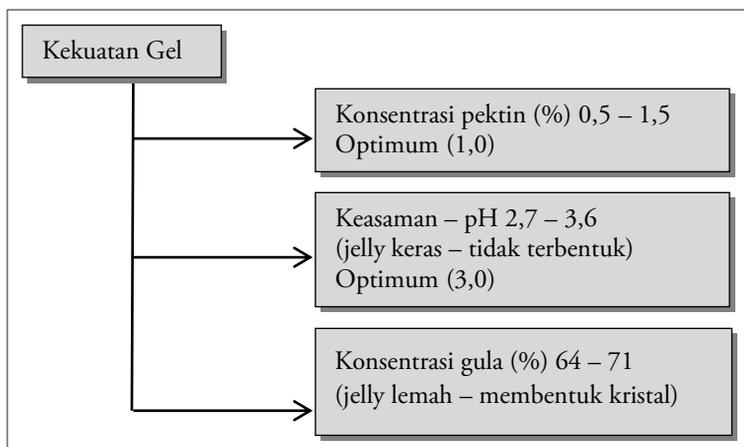
Manisan umumnya dibuat dari buah, sedangkan asinan dibuat dari buah dan/atau sayur. Manisan dan/atau asinan dibuat dengan teknik pengeringan osmotik. Buah dan sayur dalam bentuk utuh atau potongan direndam di dalam larutan gula dan/atau garam dengan tekanan osmotik tinggi. Perendaman menyebabkan air dari bahan keluar dan masuk ke larutan, sedangkan gula dari larutan berpindah ke dalam bahan. Proses perendaman ini dilanjutkan dengan pengeringan untuk menghasilkan manisan/asinan kering.

#### 1.8.4 Produk *Jam* dan *Jelly*

*Jam* (selai) dan *jelly* adalah produk olahan buah yang kental/semi padat dan dapat dioles. Perbedaan dari *jam* dan *jelly* terutama dari bentuk buah yang digunakan. *Jelly* dibuat dari sari buah, sedangkan *jam* dibuat dari hancuran buah. *Marmalade* merupakan produk sejenis *jelly* tetapi dengan penambahan potongan buah (biasanya irisan kulit sitrus). Syarat *jam* dan *jelly* yang baik adalah transparan, mudah dioleskan dan mempunyai aroma dan rasa buah asli.

*Jam* dan *jelly* buah merupakan produk gel pektin-asam-gula. Struktur, penampakan dan *mouthfeel* produk dihasilkan dari interaksi yang kompleks antara pektin, pH dan gula (**Gambar 1.20**).

Empat bahan utama yang diperlukan dalam pembuatan *jam* dan *jelly* adalah buah, pektin, gula, dan asam. Jika diperlukan, dapat ditambahkan juga rempah, pengawet dan antibusa (*foaming agent*). Tahapan utama dalam pembuatan *jam* dan *jelly* adalah pencampuran ingridien, penguapan (evaporasi) air untuk memperoleh total padatan yang diinginkan, dan pasteurisasi. *Jam* dibuat dengan rasio buah minimum 45 bagian dan 55 bagian gula, sedangkan *jelly* dibuat dengan 45 bagian sari buah jernih dan 55 bagian gula. Proses pemekatan dilakukan sampai total padatan terlarut tidak kurang dari 65%.



Gambar 1.20 Faktor yang memengaruhi kekuatan *jam* dan *jelly*

Secara tradisional, semua ingridien dicampurkan pada awal proses. Untuk konsistensi mutu, dalam proses pengolahan modern, penambahan beberapa bahan penting dilakukan di akhir proses. Sebagai contoh, asam sitrat dapat ditambahkan pada tahap akhir untuk memberikan kontrol pH yang tepat. Rempah yang sifatnya mudah menguap juga dapat ditambahkan setelah proses evaporasi. Pada skala usaha kecil, produksi *jam* dan *jelly* dilakukan menggunakan wadah terbuka, sedangkan dalam produksi skala besar dan modern di industri pangan, proses dilakukan dengan teknik evaporasi vakum dan memerlukan tahap pasteurisasi untuk menghasilkan produk dengan mutu mikrobiologi yang baik, aman dan memiliki umur simpan yang lama.

Kadar gula yang tinggi menyebabkan tingginya tekanan osmotik dalam produk *jam* dan *jelly*. Kandungan gula yang tinggi dan proses evaporasi yang menghasilkan produk dengan nilai  $a_w < 0,84$ , dapat mengurangi potensi kerusakan produk oleh mikroba.

### 1.8.5 Produk Sari Buah

Sari buah adalah cairan yang diperoleh dari buah dengan proses mekanis, dapat difermentasi tetapi tidak difermentasi, memiliki karakteristik warna, aroma, rasa dan komposisi buah aslinya. Sari buah juga dapat diperoleh dari konsentrat sari buah yang direkonstitusi atau diencerkan. Sari buah dapat

dibuat dari satu atau campuran beberapa jenis buah. Penampakkannya ada yang jernih (contohnya sari buah apel dan anggur) dan ada yang keruh. Selain sari buah, dikenal juga produk nektar, yaitu produk yang diperoleh dengan penambahan air dan gula ke sari buah, hancuran (*puree*) buah, konsentrat *puree* atau campurannya yang tidak difermentasi tetapi dapat difermentasi. Jumlah gula (atau madu) yang ditambahkan ke dalam nektar dapat mencapai 20%. Sari buah dan nektar berbeda pula dengan minuman ringan yang mengandung buah (minuman sari buah, minuman buah dan minuman rasa buah) yang kandungan sari buahnya lebih rendah. Perbandingan persen padatan dan sisa padatan antar *juice*, nektar, minuman buah dan minuman sari buah disajikan pada **Tabel 1.3**.

Tabel 1.3 Persen padatan *juice* dan sisa padatan dari produk sari buah

Sari Buah	% padatan <i>Juice</i> di Dalam Total Padatan	Sisa Padatan
Jus	100	-
Nektar	50	Gula/pemanis
Minuman buah	6–50	Gula/pemanis
Minuman rasa buah	0%	Gula/pemanis

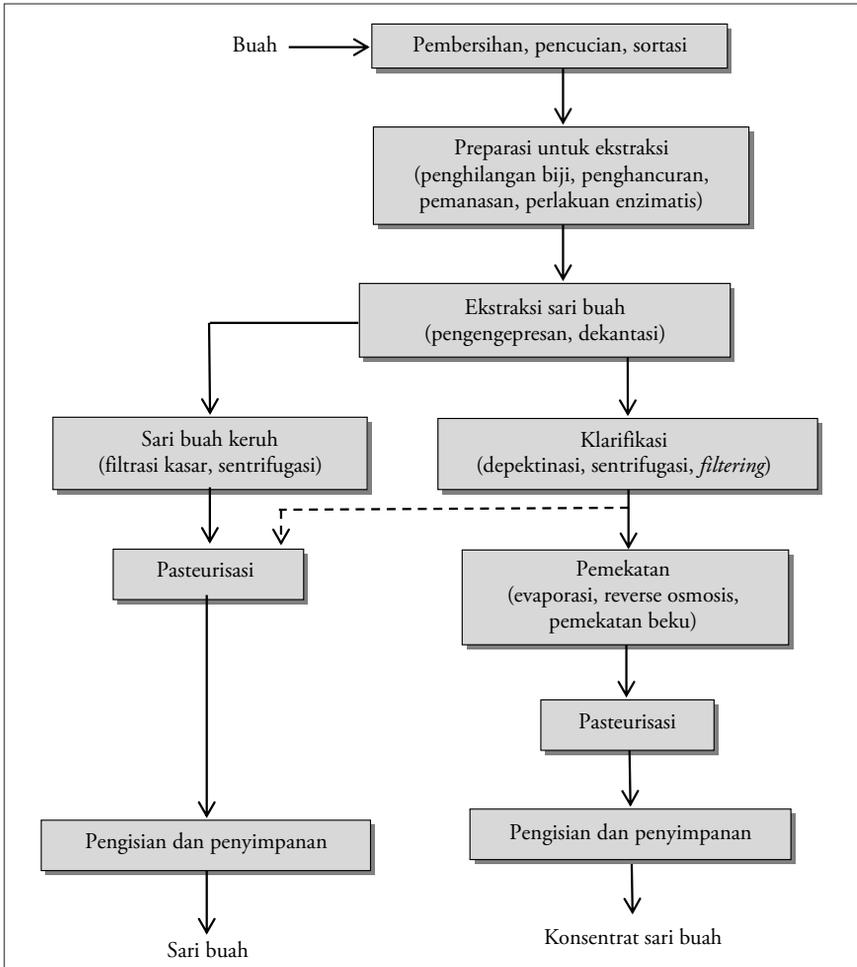
Mutu sari buah, yang dibuat tanpa bahan tambahan, sangat tergantung pada mutu bahan baku buah. Buah-buahan yang *juicy*, cukup asam, kadar gula tinggi dan aroma khas cocok untuk diolah menjadi sari buah. Tingkat kemasakan (*ripeness*) buah menjadi faktor kritis. Buah yang matang secara optimal memiliki rasio gula/asam yang ideal dan komponen rasa dan aroma yang terbaik. Ingridien dan bahan tambahan yang diizinkan pada produk sari buah adalah gula (untuk nektar dan minuman buah), asam (jenis dan jumlah tergantung jenis buah), asam askorbat sebagai antioksidan, komponen volatil dari jenis buah yang sama, sulfur dioksida (mencegah pencokelatan pada sari buah apel, sitrus dan nenas), dimetilpolisiloksan (bahan anti busa untuk nenas) dan karbondioksida (jika sari buah dikarbonasi).

Proses pembuatan sari buah dapat dilihat pada **Gambar 1.21**. Bahan baku buah yang telah mengalami proses pencucian dan sortasi lalu masuk ke dalam tahap pra-ekstraksi. Sebagian buah memerlukan tahapan pemisahan biji, pengupasan dan penghancuran buah sebelum diekstrak. Proses pemanasan dan penambahan enzim kadang-kadang dilakukan sebelum proses ekstraksi.

Preparasi dengan perlakuan panas dapat dilakukan untuk memaksimalkan rendemen, warna dan *flavor* sari buah. Sebelum diekstraksi, hancuran buah dipanaskan secara cepat ke suhu 80–85°C, lalu didinginkan kembali secara cepat. Pemanasan menyebabkan denaturasi protein dan hidrolisis protopektin yang membuat dinding sel menjadi *permeable* dan mempercepat difusi dari komponen larut air. Namun demikian, perlakuan panas yang terlalu lama menyebabkan jaringan buah menjadi terlalu lunak dan rusak, sehingga hancuran buah sulit ditekan (*pressing*), dan sari buah juga mengalami perubahan rasa.

Untuk hancuran buah dengan kandungan pektin yang tinggi, maka keberadaannya akan membentuk lendir, meningkatkan viskositas, mempersulit proses dan menurunkan jumlah rendemen ekstraksi. Masalah ini dapat diatasi dengan perlakuan enzimatik di tahap preparasi sebelum ekstraksi. Perlakuan dengan enzim pektolitik pada suhu 50°C selama ½ sampai 1 jam atau pada suhu 20–25°C selama beberapa jam dapat mendegradasi pektin dan menurunkan viskositas hancuran buah, sehingga proses ekstraksi menjadi lebih mudah. Perlakuan ini juga biasanya dilakukan dengan penambahan enzim selulase dan hemiselulase untuk mendekomposisi dinding sel dan meningkatkan permeabilitas.

Ekstraksi sari buah dilakukan secara mekanis dengan pengepressan atau dengan perlakuan enzimatik yang diikuti dengan proses dekantasi. Ekstraksi merupakan tahapan kritis dalam pembuatan sari buah. Proses ini dilakukan secepat mungkin untuk meminimalkan kerusakan oksidasi sari buah oleh enzim yang terdapat dalam buah.



Gambar 1.21 Proses pengolahan sari buah

Proses lanjutan setelah ekstraksi tergantung pada jenis produk sari buah yang dibuat. Untuk sari buah keruh, proses ekstraksi dilakukan dengan filtrasi kasar atau sentrifugasi terkontrol untuk menghilangkan partikel berukuran besar yang tidak larut. Dalam ini, proses klarifikasi lebih lanjut mungkin tidak diperlukan. Untuk sari buah jernih, diperlukan proses depektinasi (dengan penambahan enzim), filtrasi halus atau sentrifugasi kecepatan tinggi untuk memperoleh produk yang jernih secara visual. Langkah selanjutnya biasanya pasteurisasi dan pengemasan. Proses evaporasi diperlukan untuk membuat

konsentrat sari buah. Sari buah dimasukkan ke dalam evaporator untuk menghilangkan air sampai diperoleh tingkat konsentrasi yang diinginkan. Untuk sari buah yang sensitif terhadap panas, pemekatan dilakukan dengan teknik *reverse* osmosis atau konsentrasi beku. Konsentrat yang diperoleh kemudian dipasteurisasi dan dikemas.

## 1.9 Teknologi Pengolahan *Snack*

Istilah *snack*, makanan ringan atau camilan diberikan bagi pangan yang dikonsumsi di antara waktu makan utama (makan pagi, siang atau malam) yang bersifat tidak mengenyangkan. *Snack* biasanya dikonsumsi sebagai pengganti rasa lapar sementara waktu atau hanya untuk dinikmati rasanya. Penikmat *snack* berasal dari seluruh kalangan masyarakat mulai dari anak-anak sampai orang tua.

*Snack* merupakan produk pangan siap santap (*Ready to Eat*, RTE) yang umumnya kaya lemak, gula (atau pati), kadar air maksimum 5% dan dengan cita rasa asin, gurih, manis atau pedas. Terlepas dari citra buruk *snack* terhadap kesehatan, popularitas *snack* terus meningkat karena rasa, kepraktisan dan perubahan pola hidup yang mengubah pola makan masyarakat. Tren baru saat ini adalah pengembangan *snack* yang bergizi dan menyehatkan.

Produksi *snack* modern harus memenuhi persyaratan berikut: (1) aman untuk dikonsumsi, (2) diproduksi secara komersial dalam jumlah besar dan dengan proses kontinu, (3) diberi bumbu atau *seasoning* berupa garam atau perisa dan penguat rasa lainnya, (4) stabil selama penyimpanan di suhu ruang, (5) dikemas dalam bentuk siap dengan ukuran yang mudah dipegang/diambil dengan jari, dengan penampakan berminyak atau kering tergantung karakteristik produk, dan (6) dijual kepada konsumen dalam kondisi optimum menggunakan kemasan dengan permeabilitas yang rendah terhadap uap air, oksigen dan cahaya. Kemasan tersebut dapat menjaga kerenyahan produk dan memperlambat oksidasi lemak. Perlindungan dapat lebih intensif dengan menambahkan antioksidan ke dalam formula dan atau menambahkan nitrogen dalam kemasan.

Dari aspek teknologi proses, produksi *snack* dilakukan dengan beragam proses dari yang sederhana sampai yang kompleks. Berdasarkan teknologi prosesnya, *snack* dapat dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu *snack* generasi pertama, kedua dan ketiga seperti dapat dilihat pada **Tabel 1.4**.

Tabel 1.4 Klasifikasi *snack* berdasarkan teknologi proses

Kategori	Teknologi Proses
Generasi pertama	Dibuat dari sereal, umbi, kacang-kacangan, buah dan/atau dari bahan baku lainnya, dengan pengolahan minimum.
Generasi kedua	Dibuat dari beragam tepung dan grits, dengan pencetakan (pemotongan/pelapisan/pembentukan) adonan, atau dengan proses ekstrusi langsung ( <i>direct-expanded product</i> ).
Generasi ketiga	Proses lebih kompleks. Dibuat dengan proses ekstrusi untuk pemasakan dan pembentukan produk setengah jadi (pelet); perlu proses tambahan sebelum dikonsumsi: digoreng atau di- <i>baking</i> .

*Snack* generasi pertama diproduksi dari sereal, umbi, kacang-kacangan, buah-buahan kering dan bahan baku lainnya dengan teknologi pengolahan minimal. Proses yang digunakan adalah pemasakan bahan dalam bentuk utuh (misalnya dengan pemanasan pada pembuatan *popcorn*, penggorengan untuk pembuatan kacang goreng atau *baking* untuk pembuatan kacang oven), atau dengan mengiris bahan sebelum digoreng/di-*baking* (contohnya pada pembuatan keripik). Produk dapat dilapis dengan tepung sebelum digoreng, dan produk akhir juga dapat diberi bumbu (*seasoning*) atau tanpa bumbu.

Sebagian besar *snack* yang diproduksi saat ini termasuk dalam kategori *snack* generasi kedua. Tahap utama dalam pembuatan *snack* generasi kedua adalah pembentukan adonan, pencetakan (pemotongan/pengirisan/pembentukan) dan pemasakan. Pemasakan dapat dilakukan dengan cara digoreng atau di-*baking* (dioven). Beberapa tahapan lain, misalnya pengukusan dan pengeringan, bersifat opsional. Bahan baku yang digunakan umumnya bahan tunggal dalam bentuk tepung, pati dan *grits* (menir), walaupun untuk produk *snack* tradisional juga ada yang menggunakan bahan segar yang dihancurkan sebelum dibentuk menjadi adonan dan dicetak.

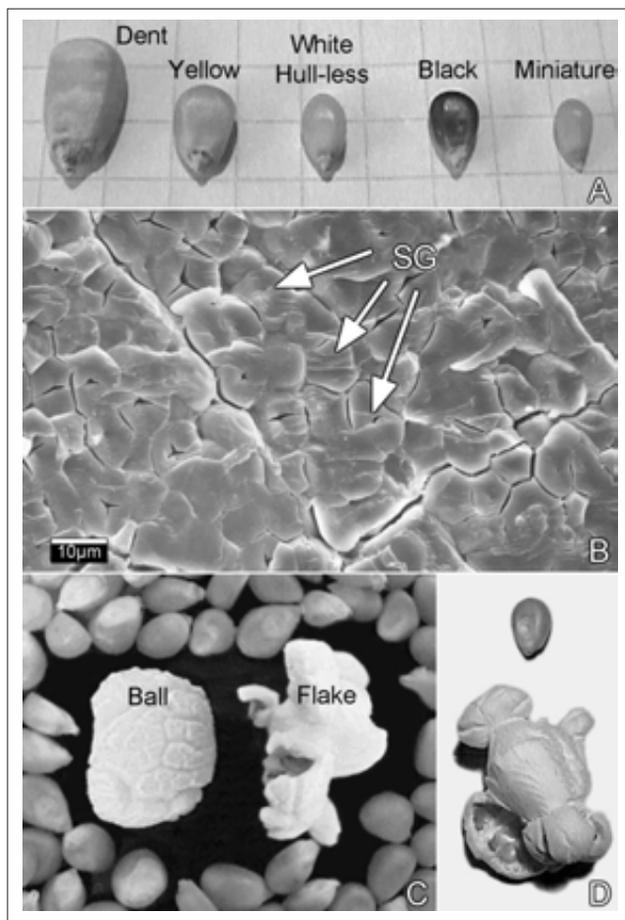
Berkembangnya ekstruder menyebabkan proses pembuatan *snack* berkembang pesat, dan *snack* generasi kedua selanjutnya berkembang dengan memanfaatkan ekstruder. Dengan menggunakan ekstruder, proses pembentukan (pemasakan) adonan dan pencetakan semua berlangsung di dalam ekstruder. Karakter *snack* generasi kedua yang dibuat dengan proses ekstrusi adalah produk *snack* yang mengembang saat keluar dari ekstruder (*direct expanded extrusion product*).

Pada perkembangan selanjutnya, keberadaan ekstruder telah menghasilkan produk *snack* generasi ketiga, yang diformulasikan dengan bahan yang lebih beragam dan dengan proses pengolahan yang lebih kompleks. Pada pembuatan *snack* generasi ketiga, proses ekstrusi dilakukan untuk menghasilkan pelet atau produk setengah jadi. Ciri khas pelet adalah tidak mengembang dan membutuhkan proses penggorengan atau dibaking untuk pengembangan.

### 1.9.1 Popcorn

*Popcorn* (*Zea mays evertata*) atau jagung berondong mempunyai biji berukuran kecil berbentuk agak runcing, kecil dan keras, berwarna kuning. Tidak seperti kebanyakan *snack* komersial, proses ‘meletus’ (*puffing*) *popcorn* terjadi secara alami. Kernel popcorn mengandung pati keras, kadar air sekitar 14% dengan perikarp dan lapisan luar kernel yang sangat kuat dan mampu menahan tekanan internal sampai 135 psi. Ketika dipanaskan, suhu dan tekanan di dalam kernel meningkat, uap air internal diubah menjadi uap super panas, pati tergelatinisasi dan endosperma menjadi lentur dan seperti karet. Pada tekanan internal sekitar 135 psi, kernel pecah dan uap super panas membuat pati dan protein mengembang. Saat uap dilepas keluar dari kernel, suhu internal menurun. Pada suhu yang lebih rendah, polimer pati/protein teretrogradasi yang membuat *popcorn* menjadi renyah. Proses *puffing* dapat dilakukan dengan menggunakan minyak makan (rasio *popcorn* dan minyak 3:1) lalu dipanaskan, dengan udara panas (*puffing* kering) dan dengan oven gelombang mikro (*microwave oven*).

*Puffing* optimal dari *popcorn* tergantung pada keseimbangan dari kadar air dan pemanasan. Jika pemanasan dilakukan terlalu cepat, maka pati yang tergelatinisasi hanya di bagian luar kernel dan akibatnya pati di bagian dalam tidak mengembang. Jika proses pemanasan terlalu lambat, maka peningkatan tekanan internal tidak mampu mengimbangi kehilangan air karena penguapan yang secara bertahap akan menyamakan tekanan internal dengan tekanan lingkungan sekitar sehingga tidak cukup tekanan untuk proses *puffing*. Keseimbangan optimal adalah dengan memanaskan kernel pada kecepatan yang cukup lambat untuk memasak pati sampai ke bagian tengah sebelum tekanan internal menghancurkan perikarp, tetapi juga tidak terlalu lambat sehingga air yang ada di dalam kernel menguap sebelum kernel mencapai suhu dan tekanan yang cukup untuk *puffing*. Kadar air yang tepat untuk *popcorn* adalah 13,5–14,5%. Kernel tidak mengembang jika kadar air terlalu rendah, dan jika kadar air terlalu tinggi dapat terbentuk *flavor* apek selama penyimpanan. Proses *puffing* optimal menyebabkan *popcorn* mengembang 40 kali lipat (**Gambar 1.22**).



Gambar 1.22 (A) *dent corn* (L) dan 4 jenis *popcorn*; (B) *environmental scanning electron microscope* (ESEM) dari endosperma keras *popcorn*, SG = granula pati; (C) bentuk *popcorn*; (D) pengembangan *popcorn* mencapai 40 kali lipat (Cretors 2001)

### 1.9.2 Keripik, Keripik Simulasi, dan Kerupuk

Keripik merupakan *snack* yang dibuat dari potongan tipis suatu bahan baku yang lalu diolah dengan proses penggorengan, sehingga diperoleh produk bertekstur renyah. Meskipun secara umum keripik yang digoreng lebih disukai, namun perhatian terhadap kesehatan memunculkan keripik yang tidak digoreng tetapi dimasak dengan teknik *baking* (dioen), tanpa menggunakan minyak.

Bahan baku keripik yang populer adalah umbi-umbian, buah atau sayur. Tahapan proses pembuatan keripik relatif sederhana, yaitu bahan baku dikupas, dicuci, dipotong atau diiris tipis, lalu digoreng atau di-*baking*. Sebelum digoreng, keripik dapat dilapisi dengan adonan tepung encer. Produk akhir dapat memiliki cita rasa natural atau dilapisi dengan bumbu (*seasoning*).

Penggorengan keripik dilakukan pada kisaran suhu 180–200°C dengan menggunakan minyak dalam jumlah banyak dan semua irisan bahan terendam di dalam minyak (*deep fat frying*). Proses penggorengan menggelatinisasi pati dan menurunkan kadar air menjadi sekitar 2%, yang menghasilkan tekstur keripik yang kering dan renyah.

Ukuran produk perlu diperhatikan agar produk menerima panas secara seragam dan masak secara bersamaan. Keragaman dari ukuran menyebabkan *over cooking* pada sebagian produk, sebagian masak sempurna dan sebagiannya *under cooking*. Bentuk irisan juga perlu diperhatikan. Bentuk yang tidak merata cenderung untuk memerangkap minyak lebih banyak pada saat mereka diangkat dari penggorengan. Selain bentuk irisan, kandungan minyak di dalam keripik goreng dikontrol dengan cara memilih varietas dengan kandungan total padatan yang tinggi, mengatur tebal irisan agar luas permukaan untuk adsorpsi minyak lebih sedikit, dan menggoreng pada suhu tinggi dalam waktu yang singkat.

Untuk keripik yang kandungan gulanya tinggi, seperti keripik buah, penggorengan dilakukan dengan tekanan vakum. Dengan penggorengan vakum, proses penggorengan dapat dilakukan pada suhu 80–85°C, sehingga tidak terjadi kerusakan produk karena reaksi pencokelatan (karamelisasi).

Variasi mutu, ukuran dan bentuk bahan baku, sering menyebabkan rendemen keripik yang dihasilkan menjadi rendah. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dikembangkan produk keripik simulasi. Keripik simulasi yang awalnya dibuat untuk keripik kentang ini dibuat dengan menggunakan bahan dalam bentuk kering (campuran tepung, *flake*, dan pati). Proses pembuatan keripik simulasi mencakup pembuatan adonan, pembentukan lembaran tipis (sekitar 1,5 mm), pemotongan menjadi bentuk keripik dan penggorengan.

Kerupuk tidak sama dengan keripik dan keripik simulasi. Jika keripik dibuat dari irisan bahan baku, keripik simulasi dibuat dari bahan baku keripik yang dikeringkan, maka kerupuk dibuat dari bahan kering berpati tinggi (contohnya tepung beras, tepung singkong, dan tapioka) dan bahan pelengkap (contoh daging ikan untuk kerupuk ikan, udang untuk kerupuk udang), bumbu dan penyedap rasa. Tahapan proses pembuatan kerupuk adalah pencampuran, pembuatan adonan, pencetakan adonan menjadi bentuk silinder (dodolan), pengukusan sehingga diperoleh tekstur yang kenyal, pendinginan, pengirisan, pengeringan, dan penggorengan. Dilihat dari teknologi proses yang digunakan, maka keripik merupakan *snack* generasi pertama, sedangkan keripik simulasi dan kerupuk masuk dalam kelompok *snack* generasi kedua. Di pasaran, ditemukan berbagai variasi produk kerupuk dari segi bahan baku dan bentuk, contohnya kerupuk amplang, kerupuk bawang, kerupuk gendar atau kerupuk nasi, kerupuk ikan, kerupuk kampung, kerupuk kemplang, kerupuk mi, kerupuk putih atau kerupuk warung, kerupuk merah, dan kerupuk udang. Seperti halnya keripik dan keripik simulasi, kerenyahan dan tingkat pengembangan kerupuk sangat tergantung pada keberadaan pati dan kadar air.

### 1.9.3 *Snack* Ekstrudat

*Snack* yang dihasilkan dengan proses ekstrusi termasuk dalam kategori *snack* generasi kedua dan generasi ketiga. Untuk *snack* yang lebih modern, saat ini juga telah berkembang *snack* ekstrusi bersama (*co-extruded*). Setiap jenis *snack* ini memiliki kondisi proses yang berbeda. Perbedaan jenis ingredien, formulasi, kondisi proses dan bentuk cetakan (*die*) dapat digunakan untuk menghasilkan diversifikasi jenis *snack*.

*Snack* yang langsung mengembang saat keluar dari ekstruder (*direct expanded snack*), merupakan *snack* generasi kedua yang saat ini masih mendominasi pasar. Dengan teknik ekstrusi, *snack* ini dapat diproduksi dengan berbagai atribut termasuk misalnya memiliki kandungan serat tinggi, rendah kalori, atau tinggi protein. Produk ini bentuknya mengembang (gembung), ringan (densitas kamba rendah) dan dibumbui dengan berbagai perisa, minyak dan garam. Proses dasar untuk membuat *snack* yang mengembang langsung ini relatif sederhana, yaitu mencampurkan bahan (terdiri atas tepung dan *grits* jagung atau sereal lainya dengan tambahan bahan lain), dan memasukkannya ke dalam ekstruder dengan laju konstan. Selama proses ekstrusi, bahan mengalami pemasakan bertekanan dan dipaksa untuk keluar melalui cetakan sempit (*die*). Penurunan tekanan secara tiba-tiba dari dalam ekstruder ke udara luar menyebabkan bahan mengembang, air menguap dan tekstur yang poros terbentuk. Kadar air produk ekstrudat sekitar 8–10% dan diperlukan proses pengeluran air untuk memperoleh produk akhir dengan kadar air 1–2%. Pengeluran air tersebut dapat dilakukan dengan proses *baking* (suhu sekitar 150°C selama 4–6 menit), atau dengan proses penggorengan singkat. Dari tahap ini, dilakukan penambahan bumbu untuk menghasilkan *snack* yang diinginkan. Contoh produk *snack* hasil pengembangan langsung dengan ekstruder dapat dilihat pada **Gambar 1.23**.



Gambar 1.23 Produk *snack* generasi kedua: *direct-expanded snack* (Huber 2001)

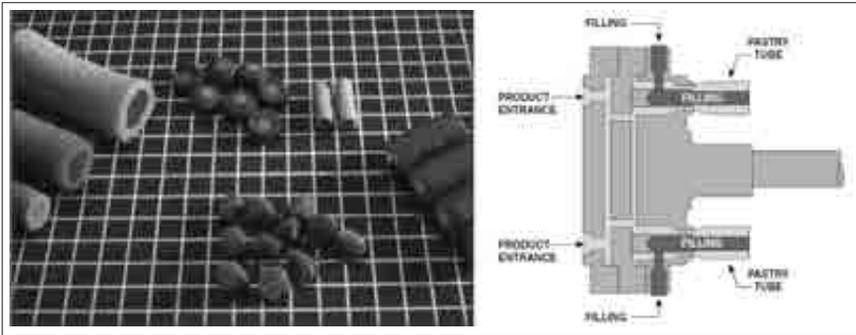
*Snack* generasi ketiga dikenal dengan istilah pelet atau produk setengah jadi. Proses ekstrusi dilakukan untuk mengadon dan membentuk (mencetak) pelet padat. Tergantung dari ekstruder yang digunakan, maka proses pembuatan *snack* dapat dibedakan menjadi proses pembentukan dingin atau proses pembentukan panas (terjadi proses pemasakan di dalam ekstruder).

Jika menggunakan ekstrusi pembentukan dingin, maka sebagian bahan yang digunakan harus dalam bentuk pragelatinisasi agar dapat diperoleh produk akhir dengan kemampuan pengembangan yang baik. Pelet lalu dikeringkan (suhu 70–80°C selama 1–3 jam) hingga mencapai kadar air yang stabil untuk penyimpanan (dari 20–25% menjadi sekitar 12%). Selanjutnya, pelet didistribusikan ke prosesor atau ke konsumen, di mana mereka digoreng atau di-*baking* menjadi produk yang mengembang. Pada varian yang lebih baru, pengembangan produk dapat dilakukan dengan menggunakan oven gelombang mikro (*microwave oven*). Penambahan bumbu dilakukan setelah proses penggorengan atau *baking*, tetapi pada sebagian produk, bumbu ditambahkan dalam campuran saat pembuatan pelet. Jenis ingredien yang digunakan dalam formula berpengaruh pada tekstur *snack* yang dihasilkan. Sebagai contoh, penambahan monogliserida menurunkan ekspansi (pengembangan) produk dan menghasilkan tekstur yang lunak, sedangkan penggunaan tapioka meningkatkan ekspansi (pengembangan) dan menghasilkan tekstur yang renyah. Contoh *snack* generasi ketiga, dalam bentuk pelet dan setelah digoreng dapat dilihat pada **Gambar 1.24**.



Gambar 1.24 Produk *snack* generasi ketiga: pelet sebelum dan setelah digoreng (Huber 2001)

*Snack* ekstrudat bersama (*co-extruded snack*) merupakan istilah untuk hasil ekstrusi yang memiliki bagian terisikan. Produk ini memiliki dua bagian yang dapat dikenali, yaitu penutup eksternal dan isi internal yang biasanya dalam bentuk pasta. Bahan baku ini dapat berasal dari dua ekstruder atau satu ekstruder yang dilengkapi dengan satu pompa. Dalam proses pembuatannya, dua jenis bahan baku (penutup dan isi) diekstrusi dari satu *die*. Hal ini dapat dilakukan dengan mendesain *die* yang dilengkapi dengan saluran tempat memasukkan bahan pengisi dan memungkinkan bahan pengisi tersebut terjepit di antara dinding produk ekstrusi (**Gambar 1.25**).



Gambar 1.25 Kanan: produk *snack* ekstrusi bersama; kiri: contoh *die* untuk pengisian pasta di bagian tengah (Huber 2001)

## 1.10 Ringkasan

1. Teknologi penepungan menghasilkan berbagai jenis tepung dan pati sebagai produk antara (*intermediate*). Tepung dihasilkan setelah mengeluarkan kandungan air dan bagian yang tidak diinginkan bahan berupa biji-bijian, kacang-kacangan dan umbi seperti gandum, beras, jagung dan ubi kayu digiling hingga berbentuk tepung. Pada pengolahan pati, komponen karbohidrat berupa pati diekstraksi dari suatu bahan baik melalui teknik kering atau teknik basah, misalnya tapioka dari ubi kayu dan maizena dari jagung.

2. Tepung gandum (terigu) merupakan salah satu jenis tepung yang banyak digunakan pada pengolahan pangan. Dengan teknologi *baking*, tepung gandum (terigu) diolah melalui proses pemanggangan (panas kering) menjadi berbagai makanan ringan, seperti roti, biskuit, *pastry* dan sebagainya. Produk lain dari tepung terigu berupa pasta dan mi. Pasta adalah bahan pangan hasil pengeringan hasil ekstrusi adonan yang bahan bakunya tepung gandum durum berprotein tinggi seperti semolina dan farina, sedangkan mi diperoleh dari tepung gandum berprotein sedang hingga tinggi yang diadon dengan penambahan air, garam dan bahan tambahan lainnya serta dibentuk menjadi untaian mi.
3. Gluten penting dalam pengolahan produk *baking*, pasta, dan mi berbahan baku tepung terigu. Gluten adalah jaringan serat kompleks koloidal yang kohesif, elastis dan plastis yang terbentuk dari protein glutenin dan gliadin pada tepung gandum. Gluten dapat membentuk adonan yang mampu menahan gas serta mengembang selama proses fermentasi dan pemanggangan pada pembuatan roti sehingga roti bervolume dan bermutu baik. Pada pasta dan mi, gluten menghasilkan produk yang plastis dan kenyal.
4. Minyak dan lemak nabati merupakan senyawa organik dengan komponen utama trigliserida yang diperoleh dari tumbuhan melalui proses ekstraksi. Salah satu sumber minyak dan lemak nabati adalah kelapa sawit, yang produk olahan utamanya adalah minyak sawit kasar (CPO) dan minyak inti sawit (PKO). Produk turunan yang sangat penting adalah minyak goreng yang merupakan fraksi cair CPO yang dihasilkan melalui proses permurnian yang meliputi rangkaian proses degumming, netralisasi, pemucatan, penghilangan bau (deodorisasi) dan fraksinasi. Produk turunan lainnya adalah margarin dan *spread*.
5. Gula pasir adalah senyawa karbohidrat yang dihasilkan dari tebu atau bit, melalui proses ekstraksi nira bahan, kemudian dikristalisasi dan dimurnikan. Gula pasir digunakan sebagai pemanis, dan merupakan bahan baku pembuatan permen (kembang gula), tofi, dan konfeksionari lainnya.

6. Minuman (*beverage*) dibedakan atas minuman tidak beralkohol dan minuman beralkohol. Minuman tidak beralkohol dibedakan lagi menjadi air minum dalam kemasan (AMDK), minuman ringan (minuman berperisa atau minuman dengan cita rasa manis yang diimbangi oleh rasa asam), minuman penyegar (minuman yang memberikan efek menyegarkan: teh, kopi dan cokelat) dan sari buah (diperoleh dari proses ekstraksi buah secara mekanis). Teknologi proses bervariasi untuk setiap jenis minuman.
7. Pengolahan buah dan sayur secara umum melibatkan proses awal yang sama dengan kondisi proses yang spesifik untuk setiap jenis buah dan sayur. Proses tersebut di antaranya sortasi dan *grading*, pencucian, pengupasan, pengecilan ukuran dan blansir. Produk olahan buah dan sayur dibuat dengan teknologi yang sangat beragam. Beberapa di antaranya adalah dengan penanganan minimal tanpa melibatkan proses panas (produk olah minimal), teknologi pengeringan (dengan udara panas untuk produk kering dan *fruit leather*; dan pengeringan osmosis untuk manisan dan asinan), pembentukan gel dan evaporasi (produk *jam* dan *jelly*), teknologi ekstraksi dan proses termal (pembentukan sari buah dan nektar).
8. *Snack* dapat dikelompokkan menjadi produk generasi satu (bahan baku alami (segar) dengan teknologi proses minimal); generasi dua (sebagian besar menggunakan bahan baku kering (tepung, *flake* dan *grits*) dan melibatkan proses pengadonan serta pencetakan. Proses pengadonan dan pencetakan dapat menggunakan *mixer* dan cetakan; atau dengan ekstruder. Ciri khas produk generasi kedua yang dibuat dengan ekstruder adalah bentuknya yang gembung (langsung mengembang) saat keluar dari ekstruder (*direct expanded snack*), Produk generasi ketiga dibuat dengan ekstruder dalam bentuk pelet yang tidak mengembang saat keluar dari ekstruder.

## 1.11 Pustaka

- Anonim. 2010. *Pedoman Proses, Mesin dan Peralatan Produksi AMDK*. <https://waterpluspure.wordpress.com/2010/12/22/zeofilt-nusa-persada-pedoman-proses-mesin-dan/> Diakses pada 25 Mei 2010.
- Ashurst PR. 2016. Introduction. Di dalam: Ashurst, P.R. (Editor). *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices*, 3<sup>rd</sup> edition. Wiley Blackwell
- Ashurst PR. 2016. Non-carbonated beverages. Di dalam: Ashurst, P.R. (Editor). *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices*, 3<sup>rd</sup> edition. Wiley Blackwell.
- Balasubramanian S. 2016. Pasta: process mechanism and its production technology. *Beverage and Food World*. 33: 38–40.
- Baker RA, Berry N, Hui YH. 2005. Fruit preserves and jams. Di dalam: Barret DM; Somogy L; Ramaswamy H. (Editor). *Processing Fruits: Science and Technology*, 2<sup>nd</sup> edition. CRC Press.
- Balla C, Farkas J. 2006. Minimally processed fruits and fruit products and their microbiological safety. Di dalam: Hui YH, Barta J, Cano, M.P., Gusek, JS, Sinha NK. (Editor). *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. Blackwell Publishing.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2019. Kategori Pangan. Peraturan Kepala BPOM Nomor 34. 2019. Badan Pengawas Obat dan Makanan. Jakarta.
- Barta J. 2006. Fruit drying principles. Di dalam: Hui, Y.H., Barta, J., Cano, M.P., Gusek, J.S., Sinha, N.K. (Editor). *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. Blackwell Publishing.
- Barta J, Balla C, Vatai G. 2012. Dehydration preservation of fruits. Di dalam: Sinha NK; Sidhu JS, Barta, J, Wu JSB, Cano MP. (Editor). *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, 2<sup>nd</sup> edition. John Wiley & Sons.
- Cauvain SP. 2017. Biscuit, cookies, cracker and wafers. Di dalam: Cauvain, S.P. (Editor) *Baking Problem Solved*. Woodhead Publishing. ISBN: 978.0.08.100.765.5.

- Cretors C. 2001. Popcorn products. Di dalam: Lusas EW, Rooney LW. (Editor). *Snack Foods Processing*. CRC Press.
- Davidson I. 2016. *Biscuit Baking Technology: Processing and Engineering Manual*. Academic Press. ISBN: 978.0.12.804211.3.
- Deboraszczyk BJ, Ainsworth P, Ibanoglu S, Bouchon P. 2006. Baking, ekstrusion and frying. Di dalam: Brennan JG. (Editor). *Food Processing Handbook*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. ISBN: 3-527-30719-2.
- Fufa OB, Etana MB, Aga MC. 2019. Review on post-harvest and green bean coffee processing in Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research*. 9(9): 38–42.
- Gould WA. 2001. Potatoes and potato chips. Di dalam: Lusas, E.W., Rooney, L.W. (Ed). *Snack Foods Processing*. CRC Press.
- Gwartz JA, Garcia-Casal MN. 2014. Processing maize flour and corn meal food products. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1312: 66–75.
- Hix VM. 2001. Use of dried potatoes in snack foods. Di dalam: Lusas, E.W., Rooney, L.W. (Editor). *Snack Foods Processing*. CRC Press.
- Horváth-Kerkai E, Stéger-Máté M. 2012. Manufacturing fruit beverages and concentrates. Di dalam: Sinha NK, Sidhu, JS, Barta J, Wu JSB, Cano MP. (Editor). *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, 2nd edition. John Wiley & Sons.
- Horváth-Kerkai E. 2006. Manufacturing fruit beverages. Di dalam: Hui YH, Barta J, Cano MP, Gusek JS, Sinha NK. (Ed). *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. Blackwell Publishing.
- Hou G, Kruk M. 1998. Asian Noodle technology. *Technical Bulletin*. 20(12). American Institute of Baking:Manhattan.
- Huber G. 2001. Snack foods from cooking extruders. Di dalam: Lusas, E.W., Rooney, L.W. (Editor). *Snack Foods Processing*. CRC Press.
- Joy E, Ledogo N. 2016. The effect of variety and processing methods on the flour functional and chemical properties of rice flour. *International Journal of Nutrition and Food Science*. 5(1): 80–8.

- Kim MH. 2013. Review on rice flour manufacturing and utilization. *Journal of Biosystem and Engineering*. 38(2): 103–112.
- Koswara S. 2009. *Pengolahan Aneka Kerupuk*. Ebookpangan.com.
- Leewatchararongjaroen J, Anuntagool J. 2016. Effect of dry-milling and wet-milling on chemical, physical and gelatinization properties of rice flour. *Rice Science* 23(5): 274–28.
- Lin SW. 2002. Palm Oil. Di dalam: Gunstone, F.D. (Editor). *Vegetable Oil in Food Technology: Composition, Properties and Use*. Boca Raton: CRC Press ISBN 0-8493-2816-0.
- Lusas EW, Rone LW. (Editor). 2002. *Snack Food Processing*. Washington: CRC Press.
- Mamat H, Hill SE. 2018. Structural and functional properties of major ingredients of biscuit. *International Food Research Journal*. 25(2): 462–471.
- Manley D. 2001. *Biscuit, Cracker and Cookie Recipes for the Food Industry*. Boca Raton: CRC Press.
- Martin-Belloso O, Soliva-Fortuny R, Oms-Oliu G. 2012. Fresh-cut fruits. Di dalam: Sinha NK, Sidhu JS, Barta J, Wu JSB, Cano MP. (Editor). *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, 2nd edition. John Wiley & Sons.
- Mat Dian NLH, Hamid RA, Kanagaratnam S, Isa WRA, Hassim NAM, Ismail NH, Omar Z, Sahri MM. 2017. Palm oil and palm kernel oil: versatile ingredient for food application. *Journal of Oil Palm Research*. 29(4): 487–511.
- Mba DI, Dumont M, Ngadi M. 2005. Palm oil processing, characterisation and utilization in food industry: A review. *Food Bioscience*. 10(215): 26–41.
- McLellan MR, Padilla-Zakour OI. 2005. Juice processing. Di dalam: Barret DM, Somogy L, Ramaswamy H. (Editor). *Processing Fruits: Science and Technology*, 2nd edition. CRC Press.
- Miskandar MS, Che Man YB, Yusoff MSA, Rahman RA. 2002. Effect of emulsion temperature on physical properties of palm oil-based margarine. *JAOCS*. 79(12): 1163–1168.

- Miskandar MS, Che Man YB, Yusoff MSA, Rahman RA. 2005. Quality of margarine: fat selection and processing parameter. *Asia Pacific Journal of Clinical and Nutrition*. 1(4): 387–395.
- Mondal A, Datta AK. 2008. Breadbaking- A review. *Journal of Food Engineering*. 86:465–474.
- Owens G. (Ed.). 2001. *Cereal Processing Technology*. Boca Raton: CRC Press.
- Piwinska M, Wyrwiz J, Kurek MA, Wierzbicka A. 2016. Effect of drying methods on the physical properties of durum wheat pasta. *CyTA-journal of Food*. 14(4): 523–528.
- Ratti C, Mujumdar AS. 2005. Drying of fruits. Di dalam: Barret DM, Somogy L, Ramaswamy H. (Editor). *Processing Fruits: Science and Technology*, 2nd edition. CRC Press.
- Riaz MN. 2016. Snack foods: processing. Di dalam: Wrigley, C., Corke, H., Seetha-raman, K., Faubion, J. (Editor). *Encyclopedia of Food Grains, 2<sup>nd</sup> edition. Volume 3: Grain-Based Products and their Processing*. Academic Press.
- Rohdiana D. 2015. Teh: Proses, Karakteristik dan Komponen Fungsionalnya. *Food Review Indonesia* 10(8): 34–37.
- Rosell CM. 2011. The science of doughs and bread quality. Di dalam: *Flour and Bread and their Fortification in Health and Disease Prevention*. Hal. 3–14.
- Serna-Saldivar SO. 2010. *Cereal Grains: Properties, Processing, and Nutritional Attributes*. CRC Press.
- Singh NP. 2007. *Fruit and Vegetable Preservation*. Oxford Book Company.
- Sira EEP, Amaiz ML, Gonzales Z, Tovar J. 2007. Production and characterization of cassava (*Manihot esculenta crantz*) flours using different thermal treatment. *Interciencia*. 32(9): 615–619.
- Smith A. 2019. *Coffee Difference between Arabica and Robusta Coffee*. [https://www.researchgate.net/publication/337919020\\_Coffee\\_-\\_Difference\\_Between\\_Arabica\\_and\\_Robusta\\_Coffee](https://www.researchgate.net/publication/337919020_Coffee_-_Difference_Between_Arabica_and_Robusta_Coffee).
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 2015. SNI 3553:2015. *Air Mineral*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

- [SNI] Standar Nasional Indonesia 2015. SNI 6241:2015. *Air Demineral*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 2015. SNI 6242:2015. *Air Mineral Alami*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Steen D. 2016. Carbonated beverages. Di dalam: Ashurst, P.R. (Editor). *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices*, 3<sup>rd</sup> edition. Wiley Blackwell.
- Subramaniam P. 2000. Confectionary products. Di dalam: Kilkast, D., Subramaniam, P. (Editor). *The Stability and Shelf-life of Food*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Syamsir E. 2010. *Flavor recovery* pada pengolahan kopi instan. *Kulinologi Indonesia*. 2(4).
- Syamsir E. 2010. Teknologi olah minimal (*minimally processed*) buah dan sayur. *Kulinologi Indonesia*. 2(3).
- Syamsir E. 2011. Mengenal blansir. *Kulinologi Indonesia*. 3(1):24–27.
- Syamsir E. 2011. Mengenal proses pembuatan cokelat. *Kulinologi Indonesia*. 3(2):12–17.
- Tang J, Yang T. 2004. Dehydrated vegetables: principles and systems. Di dalam: Hui YH; Ghazala S, Graham DM, Murrell KD, Nip WK. (Editor). *Handbook of Vegetable Preservation and Processing*. Marcel Dekker.
- Varnam AH, Sutherland JP. 1994. *Beverages. Technology, Chemistry and Microbiology*. Chapman & Hall.
- Vibhakara HS, Bawa AS. 2006. Manufacturing jams and jellies. Di dalam: Hui YH, Barta J, Cano MP, Gusek JS, Sinha NK. (Editor). *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. Blackwell Publishing.
- Vibhakara HS, Bawa AS. 2012. Manufacturing jams and jellies. Di dalam: Sinha NK, Sidhu JS, Barta J, Wu JSB, Cano MP. (Editor). *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, 2nd edition. John Wiley & Sons.

## Latihan

**Petunjuk:** Untuk memahami materi pada Bab 1 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Selain gliadin, protein tepung terigu yang berperan dalam pembentukan gluten adalah
  - a. Albumin
  - b. Globulin
  - c. Glutenin
  - d. Serin
2. Proses hidrasi yang tidak merata selama pengadonan dalam pembuatan pasta menyebabkan hal-hal berikut, kecuali
  - a. Terbentuknya *speck*
  - b. Mempermudah pengeringan
  - c. Produk akhir mudah patah
  - d. Kualitas pasta yang kurang baik setelah dimasak
3. Margarin adalah suatu
  - a. Emulsi air dalam minyak
  - b. Emulsi minyak dalam air
  - c. Bukan emulsi
  - d. Emulsifier
4. Teh dengan proses pengolahan yang paling kompleks:
  - a. Teh oolong
  - b. Teh putih
  - c. Teh hitam
  - d. Teh hijau
5. Pilihlah pernyataan yang salah
  - a. Tofi dan karamel tidak berbeda dari segi stuktur dan kadar airnya
  - b. Lipid yang ideal untuk tofi adalah yang meleleh dengan cepat pada suhu 40°C

- c. Cita rasa/*flavor* karamel di antaranya terbentuk oleh melalui reaksi Maillard
  - d. Tofi dan karamel termasuk produk konfeksionar
6. Pemurnian CPO menjadi minyak goreng dilakukan melalui tahapan proses, kecuali
  - a. Sterilisasi
  - b. Netralisasi
  - c. Pemucatan
  - d. Deodorisasi
7. Pernyataan yang salah tentang *direct-expanded snack*:
  - a. Produk mengembang segera setelah digoreng
  - b. Dibuat dengan proses ekstrusi
  - c. Adonan mengalami proses pemasakan bertekanan di dalam ekstruder
  - d. Semua jawaban di atas benar
8. Yang bukan merupakan tahapan proses pengolahan *jam*
  - a. Penghancuran buah
  - b. Ekstraksi sari buah
  - c. Penambahan pektin, gula dan asam
  - d. Proses evaporasi
9. Berikut ini bertujuan untuk menjamin keseragaman atribut bahan (misalnya ukuran, berat, bentuk atau warna):
  - a. Sortasi
  - b. Grading
  - c. Pengecilan ukuran
  - d. Blansir
10. Pernyataan yang benar tentang proses karbonasi pada minuman ringan:
  - a. Proses dilakukan dalam kondisi dingin
  - b. Banyaknya CO<sub>2</sub> yang ditambahkan pada minuman berkarbonasi dan konsentrat berkarbonasi harus sama

- c. CO<sub>2</sub> hanya berperan untuk memberi karakteristik sensori pada produk
- d. Botol PET membutuhkan tingkat karbonasi sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan botol gelas

## Tugas Mandiri (*Challenge Questions*)

1. Cari di pustaka, jenis tepung-tepungan yang dibuat dari bahan baku lokal. Jejalakan, bagaimana tepung tersebut diproses?
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan gluten dan apa peranannya dalam pengolahan roti.
3. Jelaskan garis besar proses pengolahan biji kelapa sawit menjadi minyak sawit kasar (CPO).
4. Dalam pengolahan kembang gula dapat terbentuk butiran kristal gula. Jelaskan penyebabnya, kaitannya dengan mutu, dan cara pencegahannya.
5. Menurut Anda, apakah Anda dapat membuat produk seperti keripik simulasi dengan menggunakan ekstruder? Jelaskan alasan anda.
6. Anda ingin membuat dua jenis sari buah apel, yaitu sari buah keruh dan sari buah jernih. Tahapan apa yang membedakan antara proses pembuatan kedua sari buah tersebut? Jelaskan prinsip kerja dari tahapan tersebut!

## Bab

# 2

## Teknologi Pengolahan Pangan: Produk Olahahan Hewani

*Teti Estiasih, Anang M. Legowo, Sri Mulyani,  
Ahmad N. Al-Baarri, dan Antinius Hintono*

### 2.1 Pendahuluan

Bahan pangan hewani merupakan bahan pangan yang bergizi tinggi, karena mengandung asam amino esensial yang lengkap, dan zat antinutrisi yang rendah atau tidak mengandung sama sekali sehingga memiliki daya cerna yang tinggi. Bahan pangan hewani dapat diolah menjadi berbagai produk olahan yang saat ini sudah banyak tersedia secara komersial. Berbagai produk olahan hewani tersedia dalam bentuk siap konsumsi atau siap masak, seperti susu steril, *corned beef*, sarden, dan olahan daging beku (bakso, *nugget*, dan sebagainya), atau sebagai bahan baku (ingridien), seperti tepung telur, susu bubuk, dsb. Bahan pangan hewani juga banyak digunakan sebagai ingridien dalam pengolahan pangan, seperti tepung telur dan lemak susu. Bab 2 ini membahas beberapa prinsip teknologi pengolahan hasil hewani yang umum diproduksi oleh industri pangan, terutama teknologi pengolahan berbahan baku utama susu, telur, dan daging.

### 2.2 Teknologi Pengolahan Susu

Pengolahan susu merupakan teknologi pasca panen yang mengolah susu segar menjadi berbagai produk olahan. Tujuannya antara lain adalah (1) menghasilkan susu sebagai bahan baku yang memenuhi persyaratan mutu dan keamanan; (2) menghasilkan produk olahan susu sebagai bagian diversifikasi

dan pengembangan produk pangan; (3) menghasilkan nilai tambah (*added value*) pada mata rantai produksi susu; dan (4) memberikan kontribusi pada penyediaan pangan bergizi baik bagi masyarakat. Banyak jenis produk olahan susu di pasaran, seperti susu pasteurisasi, susu steril, susu bubuk, susu fermentasi, es krim, keju, dan sebagainya.

Dalam subbab ini diuraikan tentang prinsip dasar penanganan dan pengolahan susu, yang meliputi penanganan susu segar, dan pengolahan susu (susu pasteurisasi, susu steril, susu kental, susu bubuk, susu fermentasi, keju, es krim, dan mentega (*butter*)).

## 2.2.1 Penanganan Susu Segar

Penanganan susu segar dilakukan sejak pemerahan hingga susu dibawa ke tempat pengumpulan susu atau industri pengolahan susu. Kegiatan utamanya adalah menjaga agar susu tidak cepat mengalami kerusakan, serta sekaligus mempersiapkan susu sebagai bahan baku di industri pengolahan susu. Hal yang perlu diperhatikan pada penanganan susu segar adalah pencegahan kontaminasi mikroba pada susu dan pengendaliannya, memperpanjang daya simpan susu (misalnya dengan sistem laktoperoksidase), penerapan prinsip dan metode pendinginan susu, dan penerapan metode homogenisasi dan pemisahan lemak susu.

### *Pencegahan Kontaminasi Mikroba*

Susu berada dalam kondisi steril sewaktu masih di dalam tubuh ternak (di dalam ambing), tetapi sejak pemerahan kontaminasi sangat mungkin terjadi, khususnya oleh mikroba, yang dapat mengakibatkan kerusakan susu. Di dalam setiap mililiter susu segar terdapat ratusan ribu hingga jutaan sel bakteri pembusuk. Berdasarkan standar mutu susu segar (BSN 2011) jumlah mikroba maksimum yang diperbolehkan adalah 1 juta koloni per mililiter ( $10^6$  CFU/mL). Rata-rata bakteri tersebut dapat berkembang biak delapan kali lipat setiap jam apabila susu disimpan pada suhu kamar. Pada saat pemerahan, kontaminasi oleh berbagai jenis bakteri dapat berasal dari berbagai sumber seperti kulit ternak, tangan pemerah, udara, dan peralatan pemerahan.

Kulit ternak dapat menjadi sumber kontaminasi mikroba, debu, bulu dan kotoran selama pemerahan. Pencegahan kontaminasi dapat dilakukan dengan mencuci dan membersihkan badan ternak, serta bagian ambing dan puting sebelum pemerahan. Pencucian dapat juga menggunakan larutan klorin dengan konsentrasi 50 ppm untuk membantu mematikan mikroba.

Kontaminasi mikroba dari tangan pemerah sering tidak diperhatikan, padahal tangan yang kotor sangat berpotensi sebagai sumber bakteri pembusuk dan patogen. Beberapa famili bakteri pada susu yang diduga hasil kontaminasi dari pemerah yaitu *Pseudomonadaceae* (28%), *Micrococcaceae* (20%), *Achromobacteriaceae* (18%) dan *Enterobacteriaceae* (14%) (Christiansen dan Overby 1988). Untuk mencegah kontaminasi dari pemerah, pemerah harus mencuci tangan hingga bersih, kemudian dikeringkan dengan lap sebelum melakukan pemerahan.

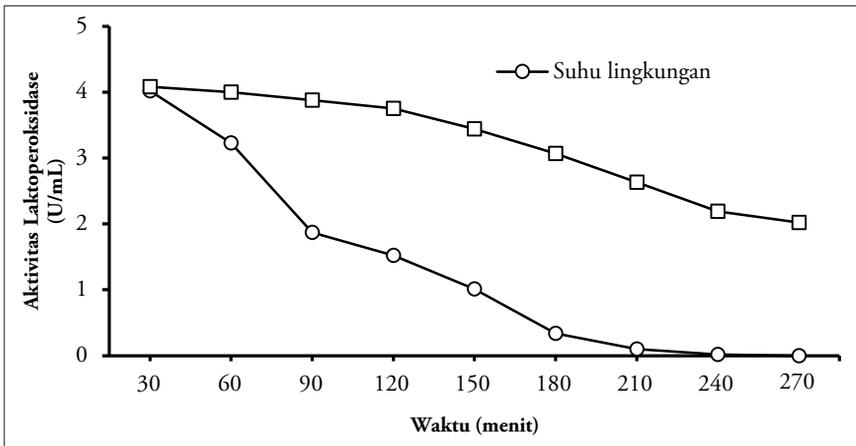
Udara merupakan media penunjang bagi penyebaran mikroba dari tempat sekitar pemerahan ke dalam susu. Oleh sebab itu, kondisi lingkungan pemerahan harus dijaga kebersihannya agar tidak menjadi sumber kontaminasi. Peralatan pemerahan yang tidak bersih dapat menjadi sumber kontaminasi. Peralatan pemerahan berupa saringan, tabung penyedot susu atau mesin pemerah dan wadah penampung susu (*milk can*). Penggunaan mesin pemerah tergolong praktis dan minimal terkontaminasi mikroba. Pembersihan dan sanitasi peralatan diperlukan untuk menghilangkan sisa susu yang masih menempel pada peralatan.

### *Pengawetan Susu dengan Sistem Laktoperoksidase*

Metode pengawetan susu segar dengan sistem laktoperoksidase (*lactoperoxydase system*) merupakan metode alternatif. Sistem ini mengaktifkan enzim laktoperoksidase (enzim LP) yang secara alami ditemui di dalam susu untuk menghasilkan efek antibakteri (Al-Baarri *et al.* 2015; Al-Baarri *et al.* 2019). Aktivitas enzim LP sejak pemerahan mengalami penurunan seiring dengan waktu dan suhu penyimpanan.

Aktivitas awal enzim LP di dalam susu relatif tinggi, yaitu sekitar 4 U/mL (**Gambar 2.1**). Pada suhu ruang, aktivitas enzim LP menurun hingga di bawah 1 U/mL pada menit ke-180 (3 jam). Pada saat itu susu mulai

mengalami kerusakan akibat aktivitas mikroba, tetapi pada suhu dingin ( $4^{\circ}\text{C}$ ) penurunan aktivitas enzim LP berlangsung lambat. Pada menit ke-270 (6,5 jam) baru mencapai separuh aktivitas awal, yaitu 2 U/mL. Dalam kondisi ini, tanda kerusakan susu belum terlihat nyata (Al-Baarri dan Legowo 2012).



Gambar 2.1 Aktivitas enzim laktoperoksidase seiring waktu penyimpanan susu

Aktivasi enzim LP pada susu memerlukan senyawa tiosianat dan peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) dalam jumlah tertentu. Kedua senyawa ini sebenarnya sudah ada di dalam susu meskipun dalam jumlah sedikit. Untuk mengaktifkan enzim LP maka tiosianat dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  harus ditingkatkan konsentrasinya hingga masing-masing menjadi 15 ppm dan 10 ppm. Senyawa  $\text{H}_2\text{O}_2$  mengaktifkan enzim LP setelah terurai menjadi air dan oksigen. Enzim LP bersama oksigen mengubah tiosianat menjadi oksida tiosianat ( $\text{OSCN}^-$ ) yang dapat mematikan mikroba (Villa *et al.* 2014).

Praktik pengawetan sistem LP lebih efektif bila dikombinasikan dengan suhu penyimpanan susu. Apabila pengawetan dilakukan pada suhu ruang (sekitar  $30^{\circ}\text{C}$ ), maka daya awet susu dapat mencapai 7–8 jam, sedangkan pada suhu yang relatif rendah (sekitar  $15^{\circ}\text{C}$ ) daya awetnya mencapai 24 jam (Legowo 2018). Sistem ini sulit diterapkan di tingkat peternak, karena memerlukan ketelitian dan kehati-hatian yang terkait dengan penggunaan hidrogen peroksida.

## *Pendinginan Susu*

Pendinginan merupakan metode pengawetan susu segar yang sangat efektif. Pada suhu ruang (30°C atau lebih), mikroba di dalam susu dapat berkembang dan meningkat delapan kali lipat setiap jam. Hanya dalam waktu 5–6 jam susu menjadi rusak yang ditandai dengan timbulnya bau asam dan terbentuknya gumpalan. Pendinginan pada suhu 3–4°C dapat menghambat pertumbuhan mikroba di dalam susu. Pendinginan mampu memperpanjang fase adaptasi (*fase lag*) dari pertumbuhan bakteri, sehingga perkembangbiakan bakteri pembusuk dapat dihambat.

Pada prinsipnya, sistem pendinginan merupakan pemindahan panas dari susu ke media pendingin yang disediakan. Media pendingin (*refrigerant*) berfungsi untuk menyerap panas dari susu sehingga suhunya turun ke tingkat tertentu sesuai dengan rancangan peralatannya. Beberapa sistem dapat diterapkan untuk pendinginan susu, yaitu dalam bentuk peralatan pendinginan yang sederhana hingga yang kompleks. Sekarang ini sudah tersedia mobil/truk pengangkut susu yang dilengkapi dengan tangki pendingin, sehingga memungkinkan untuk mengangkut susu dari sentra peternakan sapi perah atau dari tempat/koperasi pengumpul susu ke lokasi industri pengolahan susu.

## *Pemisahan Lemak Susu*

Susu sebagai bahan baku industri pengolahan susu sering harus dipisahkan atau dikurangi lemaknya. Hal ini menjadi bagian penting dalam pengolahan produk susu rendah lemak atau produk tanpa lemak. Lemak susu (*cream*) dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan mentega (*butter*), es krim (*ice cream*) dan berbagai produk krim. Bagian bukan lemak susu merupakan skim dan serum yang banyak mengandung protein. Skim banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan keju, skim bubuk, kasein bubuk dan bahan campuran untuk beberapa produk pangan. Serum atau dikenal sebagai *whhey* banyak mengandung protein di samping laktosa dan mineral, serta dapat diolah menjadi *whhey* bubuk dan sebagai bahan campuran untuk pembuatan berbagai produk pangan.

Pemisahan lemak susu dapat dilakukan dengan menggunakan alat pemisah krim (*cream separator*). Prinsip kerja alat pemisah krim adalah penerapan gaya sentrifugasi untuk memisahkan partikel berdasarkan perbedaan densitas atau bobot jenisnya. Dari hasil proses sentrifugasi ini, maka dapat dihasilkan krim yang berada di bagian atas membentuk suatu lapisan, dan skim dan *whey* yang tertinggal di bagian bawah. Kecepatan pemisahan krim dipengaruhi oleh ukuran globula lemak susu dan kecepatan perputaran sentrifugasi.

Berdasarkan kadar lemaknya, krim dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan, yaitu krim normal, setengah krim, *whipping cream*, *heavy whipping cream*, *double cream* dan *plastic cream* (Legowo *et al.* 2009). Secara umum, proses pemisahan krim dari susu segar menghasilkan krim dengan kadar lemak normal. Untuk mendapatkan kadar lemak susu tertentu, sering harus dilakukan proses standarisasi, misalnya pada bahan untuk pembuatan produk minuman susu rendah lemak, mentega, susu kental, dan keju.

### *Homogenisasi*

Homogenisasi adalah proses memperkecil dan menyeragamkan ukuran globula lemak susu. Ukuran globula lemak susu bervariasi dari 0,5–20  $\mu\text{m}$ , yang diperkecil menjadi sekitar 0,5–1,0  $\mu\text{m}$  setelah proses homogenisasi. Susu hasil homogenisasi disebut sebagai susu homogen, yang memiliki sifat tidak mudah mengalami pembentukan dan pemisahan lapisan krim. Susu homogen dapat menghasilkan produk olahan yang bermutu baik dan menarik. Es krim yang dibuat dari susu homogen memiliki tekstur yang lembut dan kemampuan mengembang (*overrun*) yang baik, serta tidak mengalami pemisahan lemak selama penyimpanan dalam *freezer*. Mentega (*butter*) yang dibuat dari susu homogen tidak membentuk gumpalan partikel (*clusters* atau *clumps*) yang kasar.

Alat untuk proses homogenisasi disebut *homogenizer* atau alat homogenisasi. Pada prinsipnya alat homogenisasi terdiri atas pompa bertekanan tinggi dan katup. Susu masuk ke dalam katup dan ditekan dalam ruang sempit di antara dua bagian katup maka globula lemaknya dapat dipecah dan diperkecil. Terjadinya pemecahan dan pengecilan globula lemak susu

pada proses homogenisasi melalui beberapa tahapan (Legowo *et al.* 2009). Semula globula lemak berukuran besar (*mother fat globule*) mengalami peregangan (*stretching*), kemudian terpecah menjadi beberapa globula yang lebih kecil. Pada akhir proses terjadi *micronization*, yaitu terbentuknya globula yang berukuran kecil dan seragam.

Ada beberapa faktor yang memengaruhi proses dan hasil homogenisasi, di antaranya adalah besarnya tekanan, jenis alat homogenisasi, kandungan lemak susu, kecepatan aliran susu dan suhu selama proses. Alat homogenisasi bermacam-macam, tetapi dapat dikelompokkan ke dalam golongan alat homogenisasi satu tahap (*one-stage homogenizer*) dan dua tahap (*two-stage homogenizer*). Alat homogenisasi dua tahap biasanya dapat menghasilkan ukuran globula lemak yang relatif kecil.

Proses homogenisasi menghasilkan produk susu homogen yang memiliki beberapa keuntungan, antara lain: (1) distribusi lemak susu merata, sehingga tidak terbentuk lapisan krim pada permukaan susu, (2) susu tampak lebih putih dan menarik, (3) lebih cepat menggumpal oleh rennet pada proses pembuatan keju, (4) sensitivitas terhadap proses oksidasi berkurang, dan (5) *flavor* menjadi lebih baik.

## 2.2.2 Teknologi Pemanasan Susu

Proses pemanasan susu harus dipertimbangkan bahwa suhu yang digunakan dapat membunuh mikroba patogen dan tidak merusak kandungan zat gizi. Tujuan proses pemanasan pada susu dan produk olahannya, antara lain: (1) membunuh mikroba patogen, (2) membunuh sebagian besar mikroba pembusuk, (3) menginaktivasi enzim di dalam susu dan enzim dari mikroba, dan (4) memengaruhi sifat fisik dan kimiawi susu agar sesuai untuk pengolahan lebih lanjut. Terdapat tiga proses pemanasan yang lazim diterapkan pada pemanasan susu, yaitu termisasi, pasteurisasi, dan sterilisasi.

### *Termisasi*

Termisasi adalah pemanasan susu pada suhu relatif rendah sekitar 60–65°C selama 15–20 detik. Perlakuan ini diterapkan sebagai pemanasan pendahuluan sebelum susu diproses untuk diolah menjadi suatu produk.

Termisasi bertujuan untuk: (1) meminimalkan jumlah mikroba khususnya bakteri psikrofil, (2) mencegah perubahan enzimatik utamanya enzim lipase dan protease, dan (3) menyesuaikan suhu susu untuk pemanasan lebih lanjut, karena pada saat susu segar diterima oleh industri pengolahan dalam keadaan dingin.

### *Pasteurisasi Susu*

Pasteurisasi adalah proses pemanasan susu pada suhu dan waktu tertentu untuk mematikan semua mikroba patogen dan sebagian mikroba pembusuk. Beberapa jenis mikroba patogen yang sering dijumpai di dalam susu dan sangat resisten terhadap panas adalah *Mycobacterium tuberculosis* sebagai penyebab sakit tuberkulosis (TBC), *Brucellae* sp. sebagai penyebab sakit *brucellosis*, *Salmonella* dan *Shigella* sp. sebagai penyebab sakit saluran pencernaan, serta *Coxiella burnetti* sebagai penyebab sakit demam Q (*Q-fever*). Di antara mikroba patogen tersebut, *Coxiella burnetti* dianggap paling resisten terhadap panas, sehingga harus menjadi perhatian utama dalam proses pasteurisasi susu.

Istilah pasteurisasi diambil dari nama seorang ahli yang bernama Louis Pasteur (1822–1895). Penemuan penting Louis Pasteur dalam risetnya adalah mikroba dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan, dan mikroba tersebut dapat dimatikan dengan pemanasan, sehingga bahan menjadi lebih awet. Hasil temuan ini yang menjadi dasar proses pasteurisasi. Secara umum dikenal dua metode pasteurisasi susu yaitu: (1) Pasteurisasi susu pada suhu rendah dengan waktu pemanasan lama, yakni metode *low temperature long time* (LTLT). Pemanasan sekurangnya pada suhu 63°C selama 30 menit. Metode ini biasanya diterapkan pada skala kecil. (2) Pasteurisasi pada suhu tinggi dengan waktu cepat, yakni metode *high temperature short time* (HTST), yaitu pemanasan minimal pada suhu 72°C selama 15 detik. Metode yang disebut juga *flash method* ini dapat dioperasikan secara kontinu dengan kapasitas besar.

Keberhasilan proses pasteurisasi susu dapat ditentukan dengan metode uji fosfatase, yaitu menentukan adanya aktivitas enzim fosfatase di dalam susu pasteurisasi. Inaktivasi enzim fosfatase membutuhkan waktu lebih lama

dibandingkan waktu untuk membunuh bakteri patogen *Coxiella burnetti* yang paling resisten di dalam susu. Oleh sebab itu, apabila uji fosfatase bernilai 0 atau negatif, maka proses pasteurisasi susu dinilai telah mencukupi.

Untuk menentukan mutu susu pasteurisasi diperlukan beberapa analisis, misalnya evaluasi sensoris, analisis komposisi kimia, mikrobiologi, dan cemaran logam. Persyaratan tentang berbagai analisis tersebut merujuk pada SNI No. 01-3951-1995 (**Tabel 2.1**). Persyaratan minimum kadar lemak dan bahan padat tanpa lemak (BPTL) dari susu pasteurisasi yang ditambah *flavor* masing-masing adalah 2,8 dan 7,7%, sedangkan persyaratan yang lain sama. Produk susu pasteurisasi komersial dewasa ini dikenal cukup banyak variasinya, baik terkait ukuran dan bentuk kemasan, maupun varian citarasa (*flavor*) nya.

Tabel 2.1 Standar mutu susu pasteurisasi (SNI No. 01-3951-1995)

Karakteristik	Persyaratan
Bau, Rasa, Warna	Khas
Kadar Lemak, % (b/b) min.	2,8
Kadar BPTL, % (b/b) min.	7,7
Uji reduktase dengan metilen blue	0
Kadar protein, % (b/b) min.	2,5
Uji fosfatase	0
TPC ( <i>total plate count</i> ), sel/mL, maks.	$3 \times 10^4$
<i>Coliform presumptive</i> , MPN/mL, maks.	10
Logam berbahaya:	
As, (ppm), maksimum	1
Pb, (ppm), maksimum	1
Cu, (ppm), maksimum	2
Zn, (ppm), maksimum	5
Bahan pengawet, pematap, pewarna	Sesuai Permenkes RI No. 35/1979

### *Sterilisasi Susu*

Sterilisasi adalah proses pemanasan untuk mematikan semua mikroba yang ada pada susu. Proses sterilisasi biasanya dilakukan pada suhu 121°C selama 15 menit atau yang dikenal dengan sterilisasi komersial. Artinya,

proses sterilisasi tersebut dapat mematikan hampir semua mikroba dengan target utama bakteri *Clostridium botulinum*, tanpa merusak bahan dan secara komersial layak diperdagangkan atau dikonsumsi. Proses sterilisasi dinyatakan mencukupi apabila mencapai nilai sterilitas ( $F_0$ ) minimal 3,0 menit (baca kembali mengenai pengertian nilai  $F_0$  pada Bab 9, buku Jilid 1)

Sterilisasi susu dapat dilakukan dengan sistem *batch* dengan menggunakan mesin otoklaf (retort) dan dengan sistem kontinu yang disebut proses *Ultra High Temperature* (UHT). Sterilisasi susu dengan retort biasanya dilakukan pada suhu 121°C selama 10–15 menit, sedangkan sterilisasi UHT dilakukan pada suhu 135–140°C selama 2–5 detik. Dari kedua sistem tersebut, UHT merupakan metode sterilisasi susu yang banyak diterapkan pada industri susu skala besar.

Pada proses pengolahan susu UHT dikenal dua tipe pemanasan, yaitu: (1) Tipe pemanasan langsung (*direct heating*) dan (2) Tipe pemanasan tidak langsung (*indirect heating*). Tahapan proses pengolahan susu UHT antara lain meliputi pencampuran (*mixing*), termisasi, pasteurisasi, homogenisasi, sterilisasi, regenerasi, dan pengisian (*filling*). Selesai sterilisasi, susu segera didinginkan hingga suhu 28°C. Akhirnya susu steril segera dikemas melalui tahap *filling* ke dalam wadah yang disediakan dan telah disterilkan dalam sistem aseptik.

Hasil proses sterilisasi susu perlu dilakukan pengujian untuk menentukan mutunya. Standar mutu susu UHT tanpa penambahan *flavor* merujuk pada SNI No. 01-3950-1995 (**Tabel 2.2**). Persyaratan minimum kadar lemak dan BPTL susu UHT yang ditambah *flavor* masing-masing 2,8 dan 7,7%, sedangkan persyaratan yang lain sama. Produk susu UHT cukup bervariasi, baik terkait dengan ukuran dan bentuk kemasannya, maupun varian citarasanya.

Tabel 2.2 Standar mutu susu UHT (SNI 3950:2014)

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan		
			Berlemak (Full Cream)	Rendah Lemak (Low Fat Milk)	Bebas Lemak (Free Fat Milk)
1	Keadaan				
1.1	Warna	-	khas, normal	khas, normal	khas, normal
1.2	Bau	-	khas, normal	khas, normal	khas, normal
1.3	Rasa	-	khas, normal	khas, normal	khas, normal
2	Protein	%, b/b	Min. 2,7	Min. 2,7	Min. 2,7
	(N x 6,38)		Min. 2,0*)	Min. 2,0*)	Min. 2,0*)
3	Lemak	%, b/b	Min. 3,0 Min. 2,0*)	0,6–2,9/ 0,6–1,9	Maks. 0,5/ Maks. 0,5*)
4	Total padatan tanpa lemak	%, b/b	Min. 8,0	Min. 8,0	Min. 8,0
5	Cemaran logam				
5.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2	Maks. 0,2	Maks. 0,2
5.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,02	Maks. 0,02	Maks. 0,02
5.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0	Maks. 40,0	Maks. 40,0
5.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03	Maks. 0,03	Maks. 0,03
6	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1	Maks. 0,1	Maks. 0,1
7	Aflatoksin (M1)	µg/kg	Maks. 0,5	Maks. 0,5	Maks. 0,5
8	Cemaran mikroba				
8.1	Angka Lempeng Total	Koloni/ 0,1 ml	< 10	< 10	< 10

**CATATAN: \*)** untuk susu berperisa

### 2.2.3 Evaporasi dan Pengeringan Susu

Evaporasi susu merupakan usaha pengurangan sebagian kandungan air dari susu dengan proses penguapan. Proses evaporasi susu juga disebut sebagai proses pemekatan dan menghasilkan produk susu kental (*evaporated milk*). Pengeringan merupakan proses penghilangan sebagian besar air pada susu, sehingga dihasilkan produk susu bubuk (*milk powder*).

#### *Pengolahan Susu Kental*

Dasar proses pengolahan susu kental adalah proses evaporasi. Secara umum dikenal dua produk utama susu kental, yaitu susu kental biasa (*evaporated milk, concentrated milk*) dan susu kental manis (*sweetened concentrated milk*). Susu kental secara umum mengandung lemak (7,5–9,0%), bahan padat tanpa lemak (17,5–22,0%) dan total bahan padat (25–31%).

Susu kental pada umumnya diproduksi secara komersial dalam kemasan kaleng atau botol plastik (*plastic tube*) yang diproses steril. Oleh karena itu, susu kental sering juga disebut *sterilized concentrated milk*. Tahap proses pengolahan susu kental meliputi standarisasi, pemanasan pendahuluan, evaporasi, homogenisasi dan pendinginan. Setelah diperoleh susu kental, maka dilakukan pengemasan, sterilisasi, pendinginan dan penyimpanan atau distribusi (Refstrup 1988). Tahapan khusus pada pembuatan susu kental adalah evaporasi dengan menggunakan alat evaporator pada suhu sekitar 55°C dengan tekanan semi vakum. Susu kental yang telah disterilkan dan dikemas aseptis dapat disimpan pada suhu kamar dalam waktu beberapa bulan. Pengolahan susu kental manis pada prinsipnya sama dengan pengolahan susu kental, namun diberikan penambahan gula (umumnya sukrosa dengan konsentrasi sekitar 63–64%).

### *Pengolahan Susu Bubuk*

Susu bubuk adalah produk yang dihasilkan dari pengeringan susu. Persyaratan susu bubuk menurut FAO/WHO antara lain kadar airnya maksimum 5% dan kadar lemaknya berkisar antara 26–40%. Berdasarkan bahan dasarnya, terutama kandungan lemak susunya, dikenal beberapa jenis susu bubuk, yaitu: (a) Susu bubuk penuh (*whole milk powder*, atau *full cream milk powder*), dengan kadar lemak sekitar 26–40%; (b) Susu bubuk rendah lemak (*low fat milk powder*, atau *partly skimmed milk powder*), dengan lemak berkisar >1,5% hingga <26%; (c) Susu bubuk skim (*skimmed milk powder*), yang dibuat dari skim atau bagian susu tanpa lemak, dengan kadar lemak 0–1,5%; dan (d) Bubuk *whey* (*whey powder*) merupakan produk yang dihasilkan dari *whey* cair sebagai hasil samping pembuatan keju atau kasein.

Tahap proses pengolahan susu bubuk meliputi standarisasi, klarifikasi, pemanasan (pasteurisasi dan sterilisasi), evaporasi, homogenisasi, pengeringan dan aglomerasi, pengumpulan produk, dan pengemasan (Refstrup 1988; Widodo 2003). Terdapat dua macam proses pengeringan yang diterapkan pada pembuatan susu bubuk, yaitu (1) proses pengeringan dengan alat *roller dryer* atau *drum dryer*, dan (2) pengeringan dengan cara penyemprotan menggunakan alat *spray dryer*. Pengeringan dengan *roller dryer* memerlukan

tempat yang tidak luas dan mudah pengoperasiannya, namun kapasitasnya terbatas dan sering terjadi kerusakan produk akibat pemanasan berlebih, khususnya perubahan *flavor* dan kelarutan bubuk (daya rehidrasi) yang rendah. Pengeringan dengan *spray dryer* pada dasarnya adalah menyempromatkan susu kental dalam suatu ruangan (*chamber*) yang diikuti dengan hembusan udara panas/udara pengering dan mengubahnya menjadi susu bubuk.

## 2.2.4 Teknologi Fermentasi Susu

Proses fermentasi susu merupakan metode pengolahan susu yang sudah cukup lama. Beberapa produk susu fermentasi mempunyai manfaat untuk menjaga kesehatan tubuh (Legowo 2003; Liu *et al.* 2005). Produk susu fermentasi cukup banyak jenisnya. Perbedaan prinsip dari berbagai jenis produk susu fermentasi tergantung pada jenis susu yang digunakan, jenis mikroba untuk fermentasi, dan cara pengolahan, baik sebelum atau sesudah fermentasi. Jenis susu yang berbeda menghasilkan produk susu fermentasi yang berbeda pula, meskipun jenis mikroba dan kondisi proses yang digunakan sama. Pada **Tabel 2.3** disajikan beberapa jenis produk susu fermentasi yang berasal dari beberapa negara di Asia.

Tabel 2.3 Beberapa jenis susu fermentasi di Asia

Jenis Produk	Kultur Starter	Negara Asal
Yoghurt	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>	Timur Tengah, Eropa, Asia, Afrika
Yakult	<i>Lactobacillus casei</i>	Jepang
Kefir	<i>Lactobacillus kefir</i> <i>Lactobacillus brevis</i> <i>Saccharomyces kefir</i> <i>Torulopsis kefir</i>	Rusia, Eropa Timur
Susu asidofilus	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Eropa
Dadih	<i>Lactobacillus casei</i> <i>Lactobacillus brevis</i> <i>Leuconostoc paramesenteroides</i> <i>Lactococcus lactis</i>	Indonesia
Dahi	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobulgaricus bulgaricus</i> <i>Lactococcus lactis</i>	India

Tabel 2.3 Beberapa jenis susu fermentasi di Asia (lanjutan)

Jenis Produk	Kultur Starter	Negara Asal
Koumiss	<i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>Saccharomyces lactis</i> <i>Torula koumiss</i>	Rusia
Calpis	<i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Jepang
Sanyuu	<i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Mongolia
Tsege	<i>Lactobacillus helveticus</i>	Mongolia
Airag	<i>Lactobacillus kefirgranum</i>	Mongolia

Sumber: Overby (1988); Surono (2004).

Kultur starter (*starter cultures*) adalah mikroba yang digunakan untuk produksi susu fermentasi. Beberapa tipe kultur starter yang umum digunakan adalah: (1) *single strain* atau kultur murni, (2) *multi strain* mengandung dua atau lebih strain yang berbeda; dan (3) *mixed cultures* mengandung dua atau lebih spesies bakteri/mikroba. Sebagian besar mikroba untuk pembuatan produk susu fermentasi adalah golongan bakteri asam laktat (BAL). BAL dapat bersifat homofermentatif (menghasilkan produk utama asam laktat), dan heterofermentatif (selain menghasilkan asam laktat juga menghasilkan senyawa lain, misalnya CO<sub>2</sub>). Selama proses fermentasi terjadi peruraian beberapa komponen susu tergantung dari jenis mikroba yang digunakan. **Tabel 2.4** menyajikan perubahan senyawa di dalam susu selama proses fermentasi.

Tabel 2.4 Perubahan beberapa senyawa kimia dalam susu fermentasi.

Senyawa Kimia	Perubahan Setelah Fermentasi
Laktosa	Laktosa berkurang. Terjadi pembentukan asam laktat, asam organik (suksinat, fumarat, benzoat, dan lain-lain), galaktosa, glukosa, serta sakarida yang lain.
Protein	Protein berkurang, karena sebagian terurai menjadi peptida dan asam-asam amino bebas.
Urea	Urea berubah menjadi amonia.

Tabel 2.4 Perubahan beberapa senyawa kimia dalam susu fermentasi. (lanjutan)

Senyawa Kimia	Perubahan Setelah Fermentasi
Lemak	Lemak berkurang, tetapi terjadi peningkatan asam lemak volatil dan asam lemak bebas rantai panjang.
Vitamin dan Senyawa lain	Terjadi penurunan jumlah vitamin B12, vitamin C, biotin dan asam piruvat. Terjadi peningkatan vitamin B6, asam folat dan niasin. Di samping itu, bertambah pula asam nukleat, senyawa <i>flavor</i> (asetaldehid, setoin, diasetil), dan senyawa lain.

Sumber: Surono (2004)

### *Pengolahan Yoghurt*

Yoghurt merupakan produk hasil fermentasi susu yang berupa cairan kental hingga semi padat dengan citarasa asam yang spesifik. Di beberapa negara yoghurt dikenal dengan nama yang berbeda-beda, misalnya *Jugurt* (Turki), *Zabady* (Mesir, Sudan), *Dahee* (India), *Cieddu* (Italia) dan *Filmjolk* (Skandinavia). Di Indonesia, yoghurt dipasarkan dalam bentuk minuman encer hingga kental dalam kemasan plastik atau karton. Untuk menambah daya tarik dan kelezatan, ke dalam yoghurt juga ditambahkan *flavor* buah-buahan. Salah satu contoh diversifikasi tersebut adalah yoghurt yang difortifikasi dengan ekstrak buah tropis dan ditepungkan yang disebut *fruity powder yoghurt* (Al-Baarri *et al.* 2016)

Yoghurt juga dapat dibuat dari susu kambing, yang beberapa asam lemaknya relatif mudah menguap (volatil), sehingga memengaruhi *flavor* susu dan derivatnya (Legowo 2002). Citarasa tersebut terbentuk karena aktivitas lipolisis, terutama karena peningkatan *volatile fatty acid* (VFA) asam kaproat, kaprilat dan asam kaprat (Legowo *et al.* 2006).

Yoghurt yang dikenal di pasaran terdiri atas yoghurt kental (*hard yoghurt*), yoghurt lunak (*soft yoghurt*), yoghurt alami tanpa bahan penambah cita rasa (*plain yoghurt*), yoghurt minuman (*drink yoghurt*), dan yoghurt yang dicampur es krim (*frozen yoghurt*) (Mitsuoka 1993). Kekentalan yoghurt dipengaruhi oleh jumlah total bahan padat (TBP), sehingga dikenal tiga jenis yoghurt: (1) yoghurt padat atau sangat kental (*spoonable yoghurt*) dengan TBP 14–18%, (2) yoghurt dengan kekentalan sedang atau normal dengan TBP

sekitar 12%; dan (3) yoghurt encer/cair dengan TBP 8–10%. Jumlah TBP yoghurt dapat diatur dengan penambahan atau pengurangan protein susu (skim). Berdasarkan proses pembuatannya, yoghurt dikelompokkan ke dalam tiga tipe utama, yaitu: (1) *Stired yoghurt*, yaitu yoghurt yang dikoagulasikan di dalam tanki inkubasi dan kemudian didinginkan sebelum dikemas; (2) *Set yoghurt* yaitu yoghurt tipe ini dikoagulasikan dan didinginkan di dalam wadah setelah proses pengemasan; dan (3) *Drink yoghurt*, yaitu yoghurt mirip *stired yoghurt*, tetapi gumpalan dihancurkan hingga menjadi cairan sebelum dikemas.

Mula-mula susu segar dipasteurisasi pada suhu 72–80°C selama beberapa menit. Susu kemudian didinginkan pada suhu 43°C untuk memberi kondisi yang sesuai bagi pertumbuhan mikroba starter. Selanjutnya ditambahkan starter sebanyak 2–5% (v/v atau b/b) dari jenis BAL *Lactobacillus bulgaricus* atau *Streptococcus thermophilus* atau keduanya. Ada beberapa jenis kultur starter, yaitu: (a) Kultur Master (*master culture*), starter yang dibuat di laboratorium; (b) Kultur Induk (*mother culture*), diturunkan dari kultur master; (c) Kultur Intermediet, yaitu kultur induk yang dibuat dalam jumlah besar; dan (d) Kultur Kerja atau starter kerja (*bulk starter*), yaitu kultur yang akan diinokulasikan.

Setelah inokulasi, dilakukan tahap proses inkubasi pada suhu yang sama selama 6–12 jam. Selesai inkubasi diperoleh produk yoghurt yang ditandai dengan susu menjadi kental dan beraroma asam. Yoghurt normal biasanya mempunyai keasaman sekitar 0,9–1,0%. Proses pembuatan yoghurt relatif sederhana, tetapi untuk memperoleh produk yoghurt yang bermutu baik banyak tahapan proses yang harus diperhatikan yang berpotensi masalah.

Beberapa permasalahan kadang timbul pada proses pembuatan yoghurt sebagai berikut (Legowo *et al.* 2009). Permasalahan pertama adalah yoghurt mempunyai tekstur tidak kental dan tidak halus. Hal ini dapat disebabkan oleh penambahan kultur starter pada suhu yang tidak tepat, waktu inkubasi terlalu lama, terjadinya kontaminasi oleh bakteri tertentu, jumlah padatan susu yang tidak tepat, pengadukan terlalu cepat, dan susu yang tidak dihomogenisasi. Permasalahan kedua adalah rasa yoghurt yang menyimpang (terlalu asam atau terbentuk rasa tidak normal). Penyimpangan tersebut kemungkinan karena

kultur starter terkontaminasi, waktu inkubasi yang terlalu lama, dan saat pasteurisasi susu terjadi *overheating* sehingga terbentuk *off-flavor*. Permasalahan ketiga adalah terbentuknya cairan bening di bagian atas yoghurt. Hal ini terjadi karena waktu inkubasi yoghurt yang terlalu lama, dan yoghurt yang diaduk secara berlebihan.

Pada tahun 1908 E. Metchnikoff membuat hipotesis bahwa ada hubungan erat antara umur panjang masyarakat Bulgaria dengan kebiasaan mengkonsumsi susu fermentasi seperti yoghurt. Peranan positif yoghurt bagi kesehatan terutama didukung adanya BAL di dalamnya (Mitsuoka 1993; Ray 1996). Jika ditambahkan bakteri probiotik pada pembuatan yoghurt, maka dapat diperoleh beberapa manfaat bagi kesehatan (Legowo *et al.* 2009), yaitu (1) dapat melawan pertumbuhan mikroba patogen di dalam saluran pencernaan, karena pembentukan asam organik serta hidrogen peroksida dan bakteriosin; (2) Membantu mengatasi masalah *lactose intolerance* yang dihadapi orang tidak mampu mencerna laktosa. Bakteri asam laktat dapat memetabolisme laktosa susu menjadi glukosa, galaktosa, dan asam yang mudah diserap oleh tubuh; (3) Mereduksi kanker atau tumor di dalam saluran pencernaan. Senyawa karsinogenik seperti nitrosamin yang masuk ke pencernaan dicegah penyerapannya oleh bakteri yang membentuk selaput protein dan vitamin; dan (4) Mereduksi jumlah kolesterol dalam darah. Dugaan mekanisme penurunan kolesterol tersebut adalah bakteri asam laktat dapat mendegradasi kolesterol menjadi *coprostanol*, yang tidak dapat diserap oleh usus. Beberapa jenis bakteri yang termasuk probiotik adalah *Lactobacillus* (*L.*) *casei*, *L. reuteri*, *L. acidophilus* LA-1, *L. rhamnosus*, dan beberapa spesies *Bifidobacterium*.

## 2.2.5 Pengolahan Keju

Keju (*cheese*) adalah produk koagulasi protein kasein susu dengan menggunakan *rennet*, kemudian diproses lanjut secara spesifik. *Rennet* adalah penggumpal protein yang mengandung enzim renin atau *chymosin*. Awalnya *rennet* diperoleh dari ekstrak lambung ternak mamalia, namun dewasa ini diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan mikroba tertentu, sehingga *rennet* yang dihasilkan disebut *fermentation produced chymosin* (FPC) atau *microbial rennet*.

Jenis keju yang paling sederhana adalah keju segar (*fresh cheese*). Keju ini hasil koagulasi kasein susu menggunakan asam dan *rennet*, kemudian dipres untuk memisahkan cairan *whey*. Jenis keju yang lain diklasifikasikan berdasarkan: (1) komposisi kimia, terutama kandungan lemaknya, (2) ada tidaknya proses pemeraman, (3) jenis mikroba untuk pemeraman, dan (4) berdasarkan konsistensi atau tekstur keju. Berdasarkan konsistensinya, dikenal jenis keju keras (*hard cheese*), keju semi-keras (*semi-hard cheese*) dan keju lunak (*soft cheese*).

Keju juga dapat dibuat dari berbagai jenis susu ternak. Legowo, *et.al.* (2003) melaporkan bahwa proporsi susu kambing dan susu sapi skim berpengaruh nyata terhadap kadar lemak, nilai pH dan mutu hedonik keju *cottage*. Keju dengan proporsi susu kambing tinggi mempunyai kadar lemak yang tinggi, berwarna putih sedikit kekuningan tetapi ada aroma kambing (*goaty flavor*).

Secara umum terdapat beberapa tahap dasar pembuatan keju, yaitu penyiapan/pengaturan susu, pembentukan dadih, pemadatan dan manipulasi dadih, dan perlakuan spesifik (Goyal 2020). Pengaturan (*setting*) susu dimaksudkan untuk mengondisikan susu sebagai bahan utama keju, sekaligus pasteurisasi untuk membunuh mikroba patogen. Selanjutnya susu didinginkan pada suhu sekitar 30°C agar sesuai untuk digumpalkan protein kaseinnya dengan penambahan asam dan *rennet*.

Pemberian *rennet* biasanya dalam bentuk larutan (ekstrak *rennet*) agar mudah tercampur secara merata didalam susu. Rasio *rennet* dan air pelarutnya adalah sekitar 1:10 hingga 1:40. Penambahan *rennet* ke dalam susu diikuti dengan pengadukan selama beberapa menit, hingga nantinya terbentuk gumpalan yang disebut dadih (*curd*).

Mekanisme pembentukan dadih menggunakan enzim renin dimulai dari hidrolisis rantai peptida kasein. Rantai peptida kappa-kasein dihidrolisis oleh enzim renin pada residu asam amino ke-105 (fenilalanin) dan asam amino ke-106 (metionin) menghasilkan rantai peptida pendek para-kappa-kasein dan glikomakropeptida. Hasil hidrolisis ini selain mengakibatkan penggumpalan protein kasein, juga membentuk *flavor* yang spesifik keju. Faktor yang memengaruhi pembentukan dadih dan tekstur dadih, antara lain: (a) Jumlah

*rennet*, yaitu pada kisaran tertentu, yang makin banyak jumlah *rennet* yang diberikan maka semakin banyak dan kenyal dadih yang terbentuk; (b) Rasio lemak dan skim susu, yaitu roporsi lemak susu yang tinggi dapat mengakibatkan tekstur dadih yang lunak; (c) Konsentrasi protein, yaitu semakin tinggi maka dadih yang dihasilkan semakin banyak dan kenyal.

Setelah terbentuk dadih, dilakukan proses pemotongan dadih untuk mengeluarkan *whey* dari dalam dadih. Pemotongan biasanya dilakukan sekitar 0,5–2,0 jam setelah pembentukan dadih. Pemotongan dengan pisau digerakkan secara mekanis, yang sudutnya diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengakibatkan dadih menjadi hancur. Pada saat pemotongan, *whey* dan lemak keluar dari dadih. Pemanasan atau pemasakan dapat mengeluarkan cairan *whey* dan membuat stuktur dadih menjadi kokoh, karena pengekerutan matriks protein. Selanjutnya dilakukan proses pemadatan dan manipulasi dadih untuk pembentukan jenis keju tertentu.

Keju *blue-vened* memerlukan dadih bersifat asam dengan sedikit pemanasan atau tanpa pemanasan. Manipulasi dilakukan setelah pemotongan dadih, sambil dadih diaduk pelan sehingga cairan *whey* keluar. Dadih dimasukkan wadah pencetak dan diberi penekanan ringan sambil dibalik-balik hingga dadih menjadi cukup kering. Selanjutnya dadih siap untuk ditambahkan garam dan diinokulasi dengan mikroba/jamur biru khusus untuk keju tersebut.

Keju pasta (misal *mozarella*) banyak dikembangkan di beberapa negara. Dadih dipertahankan di dalam cairan *whey* pada suhu hangat (63–65°C) sampai terbentuk massa padat. Dadih dibiarkan mencapai keasaman tertentu (pH sekitar 5), kemudian dibuat lebih lentur (*plastic*) pada cairan *whey* yang lebih panas, yaitu pada suhu sekitar 70–80°C.

Penggaraman dalam proses pembuatan keju secara umum mempunyai tujuan antara lain: (1) menghasilkan *flavor* keju yang khas (sedikit asin), (2) menunjang pembentukan tekstur, (3) memengaruhi kenampakan keju, (4) mengontrol fermentasi asam laktat, dan (5) mencegah pertumbuhan mikroba pembusuk. Penggaraman berbagai jenis keju pada umumnya bervariasi antara 1–3%, sedangkan keju bertekstur keras memerlukan jumlah garam lebih dari 2%.

Penekanan merupakan proses yang bertujuan untuk membentuk partikel dadih atau keju yang kompak (tidak longgar/tidak berongga). Secara umum penekanan diterapkan untuk pembuatan keju yang perlu diperam. Proses penekanan dilakukan pada kondisi semi-vakum (kurang dari 0,5 atm) dengan tekanan sekitar 85–95 kN/m<sup>2</sup> selama 2–3 jam.

Tahap perlakuan khusus dimaksudkan untuk membentuk jenis keju tertentu. Perlakuan khusus tersebut dapat berupa: (1) perlakuan pemuluran (*stretching*) dalam kondisi hangat pada pembuatan keju *mozzarella*; (2) pemisahan krim dari dadih pada pembuatan keju *cottage*; (3) Inokulasi kultur starter tertentu, misalnya pada pembuatan keju *requefort* dan keju *blue-viened*; (4) Penyemprotan spora kapang putih pada permukaan keju tertentu, misalnya keju *camembert*; (5) Pembaluran permukaan keju *brick* dan *limburger* untuk induksi bakteri aerob; (6) Penyimpanan di dalam ruang khusus pada suhu agak hangat pada pembuatan keju *swiss*; (7) Pengasapan untuk memberi *flavor* spesifik dan efek berminyak pada permukaan keju; dan (8) Pemeraman dadih pada suhu dan waktu tertentu sampai diperoleh citarasa, tekstur dan *body* keju yang diinginkan. Selama pemeraman terjadi degradasi laktosa, protein dan lemak yang disebabkan oleh enzim dari bakteri (BAL), kapang atau khamir yang ditambahkan.

## 2.2.6 Pengolahan Krim Susu

Krim (*cream*) atau lemak susu adalah komponen susu yang memiliki sifat spesifik dan nilai ekonomi tinggi. Krim banyak dimanfaatkan untuk membuat produk es krim (*ice cream*) dan mentega (*butter*). Es krim pertama kali dibuat pada tahun 1767 oleh Elizabeth Raffield (Lampert 1970). Carlo Gatti memperkenalkan es krim secara komersial pada tahun 1860 dalam bentuk rebusan telur dan susu untuk membentuk *custard*, kemudian didinginkan dalam wadah yang dikelilingi oleh es dan garam.

### *Pengolahan Es Krim*

Batasan tentang es krim banyak dikemukakan oleh para ahli atau lembaga yang kompeten. Gibson (1988) mendiskripsikan es krim sebagai sistem kompleks berisi buih yang terdispersi di dalam fase kontinu yang dibekukan.

Es krim merupakan suatu emulsi yang berisi krim, bahan padat tanpa lemak (BPTL), *stabilizer*, air, garam, gula dan komponen lain. *Association of Great Britain and Ireland* (Arbuckle 1977) mendefinisikan es krim sebagai produk pembekuan yang mengandung lebih dari 8% lemak susu serta lebih dari 10% BPTL. USDA yang dikutip oleh Eckles (1980) menyatakan bahwa es krim adalah produk pembekuan dari krim dan gula dengan atau tanpa zat aroma dan mengandung tidak kurang dari 14% lemak susu.

Tahapan pembuatan es krim meliputi pencampuran, pasteurisasi, homogenisasi, pendinginan, *aging* (penuaan), pembekuan dan pengemasan. Bahan untuk pembuatan es krim dapat berasal dari susu, krim dan produk olahan susu (susu bubuk, susu kental, skim), serta bahan lain seperti pemanis, penstabil, pengemulsi, telur, bahan *flavor*, dan air.

Pencampuran bahan untuk membuat adonan es krim dilakukan bertahap, yaitu diawali dengan bahan cair seperti susu, krim dan susu kental atau skim. Bahan ini dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 40–43°C. Setelah itu, bahan padat seperti gula dan pengental (CMC, *carboxy methyl cellulose*) dituangkan. Bahan penstabil seperti alginat biasanya larut sempurna pada saat pemanasan. Setelah semua bahan tercampur, maka dilakukan pasteurisasi pada suhu 80°C selama minimal 25 detik. Tahap berikutnya adalah homogenisasi adonan untuk memperkecil ukuran globula lemak susu menjadi sekitar 1–2 µm.

Sifat penting yang perlu diperhatikan pada pembuatan es krim adalah *overrun*. Yang dimaksud *overrun* adalah pengembangan volume es krim relatif terhadap volume adonan mula-mula. *Overrun* dapat menentukan *body*, tekstur, kelezatan, serta hasil produksi dan keuntungan es krim. Besarnya *overrun* dapat ditentukan berdasarkan: (1) perbedaan volume (berat konstan), yaitu dengan menghitung besarnya volume es krim dikurangi volume adonan dibagi dengan volume adonan; dan (2) perbedaan berat (volume konstan), yaitu dengan menghitung besarnya berat adonan dikurangi berat es krim dibagi dengan berat es krim.

Es krim yang baik mempunyai *overrun* berkisar antara 70–100%. Biasanya es krim dengan *overrun* 90–100% digolongkan sebagai tipe *bulk* yang tidak langsung dikonsumsi, sedangkan es krim dengan *overrun* 70–80% biasanya dikemas dalam kemasan kecil yang siap dikonsumsi.

Setelah tahap homogenisasi, tahap selanjutnya adalah pendinginan dan penuaan (*aging*). Adonan didinginkan pada suhu 0–4°C dan kemudian dilakukan *aging* dengan cara mempertahankan adonan pada suhu tersebut selama 24 jam. Pada saat *aging* terjadi pembekuan lemak yang semula cair sewaktu homogenisasi, serta terjadinya pengembangan volume adonan yang akhirnya menjadi es krim dengan tingkat *overrun* tertentu. Faktor yang memengaruhi meningkatnya *overrun* adalah bahan pengemulsi (termasuk kuning telur), bahan penstabil, suhu pasteurisasi adonan dan besarnya tekanan homogenisasi.

Es krim yang terbentuk segera dibekukan secara cepat supaya kristal es yang terbentuk kecil dan produk bertekstur lembut. Tahap ini diikuti dengan proses *hardening* atau pengerasan es krim, yaitu dengan cara membekukan es krim pada suhu -18°C. Pada suhu ini, kira-kira 80% air yang ada di dalam es krim mengalami pembekuan. Bila suhu pembekuan diturunkan menjadi -30°C, maka jumlah air yang membeku mencapai 90%. Setelah tahap ini, es krim siap dikemas dan dipasarkan.

### *Pembuatan Es Krim yang Diperkaya Probiotik*

Produk fermentasi dipercaya sebagai pangan fungsional yang mempunyai banyak manfaat untuk kesehatan. Penggunaan BAL yang berperan sebagai probiotik pada produk susu fermentasi menambah populasi bakteri alami di dalam sistem pencernaan. Persyaratan umum bakteri probiotik adalah pada saat dikonsumsi harus tahan terhadap pH lambung dan cairan empedu, dan dapat hidup dan berkoloni dengan mikrobiota alami di dalam saluran cerna. Manfaat probiotik tersebut, antara lain membantu sistem pencernaan bekerja optimal, dapat mencegah diare pada penderita *lactose intolerance*, serta dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah.

Bertolak dari fenomena tersebut, beberapa peneliti mencoba untuk menambahkan BAL dalam adonan es krim, yang akhirnya disebut es krim fermentasi. Penambahan BAL dalam pembuatan es krim sangat memungkinkan karena dalam adonan es krim masih terdapat gula (sukrosa maupun laktosa) sebagai substrat untuk pertumbuhan BAL. Inkubasi biasanya dihentikan setelah pH mencapai 5,6 (Davidson *et al.* 2000).

Pengaruh penambahan BAL dalam es krim memengaruhi total bahan padat, pH, waktu pelelehan dan nilai *overrun*. Berkurangnya bahan padat meningkatkan *overrun*, tetapi menurunkan waktu pelelehan es krim (Legowo *et al.* 2008). Es krim dengan penambahan BAL probiotik 3–6% mempunyai karakteristik es krim yang telah memenuhi standar mutu dan berpotensi sebagai pangan fungsional. Total bahan padat es krim berkisar 33,02–31,07%, nilai *overrun* sebesar 40,5–49% dan resistensi pelelehan es krim selama 7,22–11,06 menit. Tingkat keasaman es krim berkisar 0,63–0,97% dengan nilai pH antara 4,88–5,32. Total BAL antara  $1,9 \times 10^7$ – $4,5 \times 10^7$  CFU/mL (Mulyani *et al.* 2006).

Jika BAL yang ditambahkan dalam adonan es krim fermentasi merupakan probiotik, maka produknya dapat disebut sebagai es krim probiotik. Penambahan probiotik *L. casei* dan *Bifidobacterium bifidum* dengan perbandingan 1:2 dalam adonan es krim menghasilkan viabilitas BAL yang terbaik yaitu  $6,4 \times 10^8$ – $1,4 \times 10^{11}$  CFU/mL (Mulyani *et al.* 2008). Jumlah tersebut telah memenuhi standar internasional untuk minuman probiotik yaitu minimal  $10^7$  CFU/mL dengan jumlah konsumsi rata-rata 100 mL per hari (Davidson *et al.* 2000). Untuk meningkatkan sifat fisik es krim dan mempertahankan tekstur selama proses penyimpanan beku adonan es krim, maka dapat ditambahkan penstabil dari berbagai jenis hidrokoloid, misalnya gum arab, gelatin ataupun karagenan. Penambahan 0,5% gelatin dari adonan es krim mampu memperbaiki tekstur, dan meningkatkan tekstur *creamy* pada es krim meskipun kadar lemaknya rendah (Mulyani 2018). Kemampuan gelatin sebagai penstabil lebih baik dibandingkan gum arab dan karagenan (Mulyani *et al.* 2020).

Proses pembekuan cepat menjadi faktor yang memperkecil kematian BAL dan probiotik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penyimpanan beku selama 30 hari, jumlah BAL dalam es krim probiotik masih cukup tinggi yaitu  $3,3 \times 10^7$ – $6,7 \times 10^8$  CFU/mL (Legowo *et al.* 2008).

Ada beberapa tahap pembuatan es krim yang diperkaya probiotik, yaitu pencampuran bahan, pasteurisasi, pemblenderan, pendinginan inokulasi, pemeraman, pembekuan dan penyimpanan. Tahap awal yaitu pencampuran bahan sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan, seperti *whipping cream*,

skim, CMC, kuning telur, gula dan air. Campuran bahan dipasteurisasi pada suhu 80°C selama 30 detik, kemudian didinginkan pada suhu  $\pm 41^\circ\text{C}$ , sehingga siap untuk diinokulasi dengan starter. Starter ditambahkan sebanyak 4% dari berat adonan ke dalam adonan es krim, lalu diinkubasi selama empat jam pada suhu 41°C di dalam inkubator. Selanjutnya adalah penuaan (*aging*) dengan suhu 4°C selama 5 jam, setelah itu adonan es krim dimasukkan ke dalam *ice cream maker* selama 30 menit (Mulyani *et al.* 2008).

### 2.2.7 Pengolahan Mentega (*Butter*)

Mentega (*Butter*) adalah mentega yang dibuat dari bahan utama lemak susu (*cream*). Mentega pada umumnya dapat langsung dikonsumsi tanpa harus dimasak (*edible fat consumed uncooked*). Mentega merupakan sumber kalori, meningkatkan daya terima produk pangan lain, membentuk struktur bahan tertentu, serta menghasilkan *flavor* yang spesifik. Mentega juga merupakan sumber vitamin A dan vitamin D, serta beberapa asam lemak tidak jenuh, seperti asam lemak omega-3 dan omega-6.

Jenis *mentega* relatif banyak, yang dapat dikelompokkan berdasarkan proses, rasa, dan krim yang digunakan. Berdasarkan proses pembuatannya, mentega digolongkan menjadi mentega yang diperam (*ripened butter*) dan mentega yang tidak diperam (*unripened butter*). Berdasarkan rasanya, mentega dikelompokkan menjadi mentega asin (*salted butter*) dan mentega tidak asin (*unsalted butter*). Berdasarkan krim yang digunakan untuk pembuatannya, dikenal tiga jenis mentega, yaitu (1) mentega yang dibuat dari krim asam (*cultured-cream butter*), yaitu krim yang diinokulasi bakteri sehingga berubah menjadi krim asam; (2) mentega yang dibuat dari krim tidak asam atau krim normal (*sweet cream butter*); (3) mentega yang dibuat dari krim normal, tetapi kemudian diasamkan dengan menumbuhkan bakteri asam laktat pada prosesnya (*soured butter*).

Mentega adalah suatu massa kompak dari lemak susu sebagai suatu emulsi air (W, *water*) dalam lemak (O, *oil*), atau W/O *emulsion*, yang dibuat dengan proses pengadukan yang disebut *churning*. Kandungan lemak minimum dalam mentega adalah 83%, sedangkan kadar air maksimum 16%. Bahan yang digunakan untuk pembuatan mentega secara keseluruhan

meliputi (a) Susu sebagai sumber lemak susu; (b) Protein, yang biasanya berupa susu bubuk skim; (c) Bahan pewarna yang memenuhi persyaratan *food grade*; (d) Antioksidan, yang berfungsi untuk mencegah oksidasi lemak. Jenis antioksidan yang banyak digunakan adalah *butylated hydroxy anysol* (BHA), dan (e) Garam.

Tahap proses pembuatan mentega meliputi proses separasi, standarisasi, netralisasi, pasteurisasi, pemeraman, pendinginan, pengadukan (*churning*), pencucian, penggaraman dan pengemasan. Tahap separasi merupakan langkah pertama untuk memisahkan krim dari susu. Pemisahan krim biasa dilakukan dengan menggunakan alat *cream separator* pada kecepatan putaran 6.000 rpm.

Standarisasi atau penyesuaian kadar lemak harus dilakukan agar mencapai sekitar 30–33%. Bila kadar lemak terlalu rendah, maka proses *churning* terlalu lama. Sebaliknya bila terlalu tinggi, maka proses *churning* juga menjadi sulit. Standarisasi dapat dilakukan dengan Metode *Pearson's square* dengan mengatur jumlah bahan krim dan skim (Legowo *et al.* 2009).

Setelah jumlah krim ditentukan, tahap berikutnya adalah netralisasi untuk mengatur pH sekitar 6,8–7,2 dengan menambahkan senyawa alkali seperti natrium bikarbonat, magnesium oksida, magnesium hidroksida. Selanjutnya dilakukan pasteurisasi dan pemeraman, tetapi pemeraman hanya dilakukan bila dikehendaki mentega dengan citarasa yang spesifik.

Tahap berikutnya yang sangat penting adalah pengadukan atau *churning*. Istilah *churn* sendiri berarti alat pengaduk untuk pembuatan mentega. *Churn* merupakan pengaduk berbentuk silinder yang dapat berputar pada sebuah sumbu yang dilengkapi pisau pengaduk. Alat pengaduk tersebut umumnya terbuat dari logam anti karat yang digerakkan dengan tenaga listrik. Proses *churning* berlangsung selama sekitar 45 menit. Mentega terbentuk dengan cepat pada saat akhir proses *churning*. Dalam kondisi tersebut terjadi perubahan emulsi dari emulsi minyak dalam air (*o/w, oil in water*) menjadi emulsi air dalam minyak (*w/o, water in oil*). Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses *churning* adalah (1) Suhu proses sekitar 3–10°C. Pada suhu rendah (3–4°C) proses *churning* memerlukan waktu cepat, yaitu sekitar 3 jam. Pada

suhu  $>10^{\circ}\text{C}$ , diperlukan waktu relatif lama (sekitar 12 jam); (2) Jumlah krim yang dimasukkan *churn* adalah 0,3–0,5 isi *churn* dengan kadar lemak krim 30–33%; dan (3) Keasaman krim harus pada kisaran 0,4–0,5%.

Mentega yang diperoleh dari proses *churning* selanjutnya dicuci untuk memisahkan cairan atau serum atau sering disebut sebagai susu mentega (*butter milk*). Proses *churning* dan pencucian perlu dilakukan beberapa kali hingga diperoleh mentega yang dikehendaki. *Butter milk* dewasa ini bukan dinilai sebagai limbah (*waste*), tapi sebagai hasil samping (*by product*) yang dapat diolah lebih lanjut menjadi produk minuman.

Tahap terakhir pembuatan mentega adalah membuat partikel mentega menjadi massa yang kompak dengan cara diberi tekanan. Kadar air mentega diatur hingga sekitar 14–16%. Apabila ingin membuat mentega dengan *flavor* spesifik, maka ditambahkan garam dan *flavor* tertentu.

## 2.3 Teknologi Pengolahan Telur

Teknologi pengolahan telur meliputi proses pengawetan telur utuh dan telur yang telah dipecah (isi telur), pengeringan telur dan pengolahan telur.

### 2.3.1 Pengawetan Telur

Telur segar biologis dan telur segar komersial tidak sama. Secara teoritis hanya telur yang baru ditelurkan adalah segar, tetapi bila dipasarkan telur dianggap segar apabila tidak terjadi perubahan isi telur yang nyata dan rongga udara dalam telur masih relatif kecil (tampak pada peneropongan). Jika ditangani dan disimpan pada kondisi lingkungan yang sesuai, telur masih diterima secara komersial sebagai telur segar 2–3 minggu setelah peneluran. Jadi umur telur hanyalah satu dari banyak faktor kesegaran. Suhu, kelembapan dan penanganan ikut berperan menentukan kesegaran telur. Telur umur satu minggu yang disimpan dalam *refrigerator* umumnya lebih segar daripada telur yang disimpan pada suhu kamar selama 1–3 hari.

Telur mempunyai nilai maksimum/bermutu tinggi sebagai bahan pangan pada saat ditelurkan. Selanjutnya mutu telur mengalami penurunan sampai saat dikonsumsi. Telur sangat peka terhadap pengaruh lingkungan, sehingga

mudah mengalami kerusakan fisik, kimiawi dan mikrobiologis. Cangkang telur yang berpori-pori memungkinkan gas dan air lepas dari telur serta masuknya mikroba ke dalam telur bila kondisi lingkungan tidak menguntungkan untuk penyimpanan. Dari saat ditelurkan sampai dikonsumsi, telur mengalami perubahan (Hatta *et al.* 1997; Roberts 2004), di antaranya adalah (1) Berat telur berkurang, terutama disebabkan oleh menguapnya air dari putih telur lewat pori-pori cangkang, dan sebagian lagi karena menguapnya CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S; (2) Rongga udara bertambah besar; (3) Berat jenis turun, yaitu berkisar 1,065-1,100; (4) Proporsi putih telur kental berkurang karena menjadi encer, akibat rusaknya protein ovomusin (*fibrous glycoprotein ovomucin*), yaitu senyawa yang memberikan struktur kental putih telur; (5) Kuning telur bertambah besar, karena adanya pergerakan air dari putih telur ke kuning telur; (6) Bau dan *flavor* yang berubah akibat terjadinya penyerapan bau-bauan dan *flavor* sekitarnya melalui cangkang telur; (7) Pertumbuhan mikroba yang menyebabkan pembusukan; dan (8) Peningkatan pH, terutama pH putih telur meningkat dari sekitar 7 menjadi 10–11, sedangkan pH kuning telur meningkat secara bertahap dari 6–7. Kenaikan pH putih telur disebabkan karena penguapan CO<sub>2</sub>.

Pengawetan telur terutama ditujukan untuk menunda perubahan fisikokimia dan mencegah kerusakan mikrobiologis (Lechevalier *et al.* 2011). Dengan pengawetan, maka dimungkinkan ketersediaan dan distribusi telur yang lebih baik sepanjang tahun, sehingga menjamin stabilitas harga. Pengawetan telur dapat dibedakan ke dalam dua bentuk, yaitu pengawetan telur utuh dan pengawetan isi telur setelah dipecah.

### *Pengawetan Telur Utuh*

Prinsip pengawetan telur utuh adalah: (1) menghambat pertumbuhan mikroba, (2) menjaga/mempertahankan kandungan air dan tekanan CO<sub>2</sub> di dalam telur selama mungkin. Untuk itu, alternatif metode yang dapat dipilih yaitu memodifikasi lingkungan dengan mengatur suhu, kelembapan, dan komposisi atmosfer, memberikan perlakuan pada telur dengan menutup pori-pori cangkang, dan menggunakan kombinasi di tersebut atas.

Beberapa cara pengawetan telur utuh antara lain pengepakan kering (*dry packing*), perendaman dalam cairan, penyimpanan dingin dengan atmosfer normal, atau atmosfer termodifikasi, atau atmosfer terkendali; dan perlakuan pelapisan cangkang/penutupan pori-pori cangkang.

### *Dry packing*

Metode *dry packing* adalah mengepak telur utuh ke dalam material kering seperti pasir, sekam, serbuk gergaji dsb. *Dry packing* dapat menghambat penguapan air dan hilangnya CO<sub>2</sub> dari dalam telur. Jika bahan kemasannya longgar, maka tidak mencegah penguapan ataupun dekomposisi isi telur.

### *Perendaman dalam larutan kapur*

Larutan kapur diperoleh dengan cara melarutkan kapur (CaO) ke dalam air. Gas CO<sub>2</sub> dari atmosfer bereaksi dengan larutan kapur membentuk CaCO<sub>3</sub> pada permukaan larutan, sehingga mencegah masuknya mikroba ke dalam telur. Larutan kapur juga mendeposit lapisan tipis CaCO<sub>3</sub> pada permukaan cangkang telur sehingga sebagian menutup pori-pori cangkang. Secara praktis, sebanyak 1 kg kapur dilarutkan dalam 15 liter air, kemudian disaring dan dituangkan ke wadah untuk perendaman. Telur direndam selama 21–30 hari, kemudian diangkat/ditiriskan. Dengan teknik ini, umur simpan telur dapat mencapai 3–5 bulan.

### *Perendaman dalam water glass*

*Water glass* adalah larutan Na<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> (sodium silikat), bersifat kental, seperti sirup, bening, tidak mudah menguap, tidak berbau dan tidak berasa. *Water glass* tidak dapat menembus cangkang, tetapi dapat mendeposit silika pada permukaan cangkang sehingga menutup pori-pori cangkang. *Water glass* juga mempunyai sifat antibakteri yang disebabkan oleh sifatnya yang basa, dan merupakan pelarut gas yang dapat memberikan kondisi anaerobik sehingga menghambat pertumbuhan beberapa bakteri. Praktisnya larutan *water glass* dibuat dengan mencampurkan *water glass* dan air pada perbandingan 1 : 10 sampai larut, kemudian telur direndam selama 30 hari.

### *Perendaman dalam larutan garam dapur*

Garam dapur (NaCl) dapat mencegah/menghambat pertumbuhan mikroba karena mempunyai pengaruh: (1) meningkatkan tekanan osmosis yang dapat menyebabkan terjadinya plasmolisis sel mikroba; (2) menurunkan  $a_w$  dan dapat mendehidrasi sel mikroba; (3) bersifat toksik bagi mikroba oleh adanya ion  $Cl^-$ ; (4) menurunkan kelarutan  $O_2$  dalam air; (5) membuat sel mikroba peka terhadap  $CO_2$ ; dan (6) mencegah aktivitas enzim proteolitik. Garam dapat menembus pori-pori cangkang dan masuk ke dalam telur, sehingga dapat mengawetkan dan memberi rasa asin.

### *Perendaman dalam larutan penyamak nabati*

Senyawa aktif bahan penyamak nabati (misalnya tannin) dapat digunakan untuk pengawetan telur. Tanin terdapat pada kulit akasia, teh, daun jambu biji, yang dapat digunakan untuk perendaman telur. Larutan diperoleh dengan cara merendam bahan penyamak dalam air selama 12–24 jam.

### *Penyimpanan dingin*

Pada dasarnya telur utuh dapat disimpan pada suhu rendah di atas titik beku telur, yaitu  $-2^\circ C$ . Penyimpanan ini memperlambat hilangnya  $CO_2$  dari dalam telur dan memperlambat masuknya air dari putih ke kuning telur, di samping juga menghambat pertumbuhan mikroba.

### *Pelapisan cangkang*

Pelapisan cangkang merupakan upaya untuk mempertahankan mutu telur dengan menutup pori-pori cangkang. Dengan tertutupnya pori-pori maka: (1) evaporasi dapat dikurangi, sehingga memperkecil kehilangan berat telur dan menjaga rongga udara tetap kecil; (2) pelepasan  $CO_2$  telur dihambat, sehingga kenaikan pH putih telur kecil dan pengenceran putih telur terhambat; dan (3) mikroba tidak dapat menembus cangkang. Pelapisan dapat dilakukan di bagian luar ataupun di bagian dalam cangkang. Untuk pelapisan bagian luar dapat digunakan minyak nabati seperti minyak kelapa, minyak kelapa sawit ataupun minyak lain seperti parafin cair yang aplikasinya melalui

penyemprotan (*spraying*) atau pencelupan (*dipping*). Pelapisan bagian dalam cangkang dapat dilakukan dengan membuat lapisan tipis putih telur yang menggumpal di bawah membran kulit telur dengan cara *flash heat treatment*, yaitu mencelupkan telur ke dalam air mendidih atau minyak mendidih dalam waktu singkat.

### *Pengawetan Telur yang Telah Dipecah*

Pengawetan telur pecah dapat berupa cair (*liquid egg*), beku (*frozen egg*) atau kering (*dry egg*), baik sebagai *whole egg* (keseluruhan isi telur), maupun putih dan kuning telur secara terpisah. Tahapan proses pengawetan telur yang telah dipecah adalah dengan beberapa tahapan, yaitu sortasi, pencucian, pemecahan, penyaringan, pasteurisasi, pengemasan, dan pembekuan.

Sortasi merupakan kegiatan memilah dan memilih telur yang memenuhi syarat untuk dipecah. Telur yang diawetkan harus mempunyai mutu interior yang layak makan (*edible*), bebas dari kotoran atau bahan asing yang melekat. Pencucian telur dapat dilakukan dengan menyemprot telur dengan air yang mengandung klorin. Selanjutnya, pemecahan telur dapat dikerjakan oleh orang/tenaga yang terlatih atau dengan mesin pemecah telur otomatis, dan dilakukan dalam ruang khusus pemecahan di bawah kondisi sanitasi yang baik. Setelah pemecahan dilakukan penyaringan untuk menyingkirkan serpihan/pecahan cangkang, membran, dan kalaza. Tahap selanjutnya adalah pasteurisasi yang ditujukan untuk membunuh bakteri patogen dalam telur, khususnya *Salmonella*. Pasteurisasi pada suhu 60°C selama 3,5 menit dapat membunuh *Salmonella*, dan mencegah hilangnya sifat fungsional putih telur.

Telur cair dapat dikemas dengan *corrugated box* dengan lapisan film plastik. Telur beku dapat dikemas dengan kaleng atau wadah karton berlapis polietilen. Telur bubuk dapat dikemas dengan *corrugated* karton dengan lapisan plastik yang disegel kuat/rapat untuk mencegah uap air masuk. Telur beku dapat dilakukan dengan pembekuan cepat (*blast freezing*) pada suhu -40°C dengan waktu sekitar 15 jam. Pembekuan putih telur tidak banyak menghadapi masalah, namun kuning dan *whole egg* dapat mengalami kerusakan selama pembekuan karena air terpisah dari bahan padat kuning telur yang dapat menurunkan sifat fungsionalnya, terutama daya buih.

### 2.3.2 Pengerinan Telur

Prinsip pengerinan adalah penghilangan air dari telur sehingga cukup rendah untuk menghentikan pertumbuhan mikroorganisme dan menghambat laju reaksi kimia. Proses pengerinan menghasilkan produk berupa telur kering atau tepung telur/bubuk telur yang awet. Keuntungan produk telur kering adalah: (1) biaya simpan rendah, baik disimpan kering atau dingin dan butuh ruang lebih kecil dibandingkan telur utuh atau cair; (2) biaya transportasi lebih rendah daripada telur beku atau cair; (3) mudah ditangani secara higienis; (4) tidak peka terhadap pertumbuhan bakteri selama penyimpanan; (5) memungkinkan pengendalian jumlah air yang tepat dalam formulasi; (6) keseragaman yang baik; dan (7) memungkinkan pengembangan berbagai *convenience food* baru.

#### *Jenis Produk Telur Kering*

Ada berbagai macam produk telur kering, yaitu putih telur kering (*dried egg white*), kuning telur kering (*dried egg yolk*), gabungan putih dan kuning telur kering (*dried whole egg*). Berdasarkan proses pengerinannya dikenal beberapa macam produk putih telur kering. Hampir semua produk putih telur kering telah dihilangkan glukosa alaminya sebelum pengerinan dan stabil pada hampir semua kondisi penyimpanan (Hill dan Sebring 1990).

#### *Spray dried egg white*

Putih telur kering yang dikeringkan dengan metode *spray drying*. Ada dua tipe produk ini, yaitu tipe pengembang (*whipping type*) dan tipe bukan pengembang (*non whipping type*), yang keduanya berbeda penggunaannya atau sifat fungsional yang dikehendaki.

#### *Pan-dried egg white*

Putih telur kering yang dihasilkan dari proses pengerinan dengan metode *pan drying*. Produknya berbentuk serpihan (*flake*), granula dan bubuk (*powder*), digunakan untuk pembuatan permen beraerasi.

### *Instant-dissolving egg white*

Produk putih telur yang dikeringkan dengan *spray drying* dan memiliki sifat sangat mudah larut dalam air.

### *Produk lainnya*

Selain beberapa produk tersebut di atas, terdapat produk campuran seperti *dried blends whole egg* dan *yolk with carbohydrate (sucrose, corn syrup)*. Ada juga produk *scramble egg mix* (campuran putih telur, kuning telur, susu skim, garam, dan minyak nabati) dan produk *imitation whole egg* yang biasanya berbasis putih telur dengan tambahan minyak nabati dan susu skim milk sebagai pengganti bagian kuning telur.

### *Sifat Telur Kering*

Pengeringan telur diarahkan untuk mendapatkan produk akhir yang saat digunakan mempunyai sifat-sifat mendekati bahan awalnya, yaitu telur cair segar. Sifat penting untuk produk telur kering di antaranya adalah sifat membuih, pengemulsi, dan menggumpal (koagulasi).

### *Sifat membuih bila dikocok*

Sifat ini penting untuk pembuatan roti, kue dan permen. Putih telur kehilangan sifat membuihnya apabila dikeringkan tanpa perlakuan pendahuluan dan panas berlebihan. Pemanasan putih telur di atas 57°C menyebabkan hilangnya sifat membuih. Sejumlah kecil kuning telur (kurang dari 0,03% berat basah) yang mengontaminasi putih telur selama pemecahan dan pemisahan dapat memengaruhi sifat membuih putih telur. Sifat membuih kuning telur juga dapat hilang, karena pecahnya emulsi globula lemak menjadi lemak bebas. Karbohidrat dapat ditambahkan pada *whole egg* dan kuning telur untuk mencegah hilangnya sifat membuih.

### *Sifat emulsi*

Kuning telur, putih telur dan *whole egg* merupakan emulsifier yang baik untuk produk pangan. Kemampuan mengemulsi dari kuning telur empat kali lipat putih telur, sedangkan sifat mengemulsi *whole egg* sedang. Pengeringan mengubah sifat mengemulsi tersebut. Stabilitas emulsi *mayonnaise* yang terbuat dari *whole egg* kering dan kuning telur kering menurun apabila produk tersebut disimpan 35°C selama tiga bulan. Perubahan hanya sedikit jika disimpan 23°C atau kurang selama enam bulan.

### *Sifat menggumpal*

Pada kondisi proses pengeringan yang sesuai atau penyimpanan yang baik, telur kering memiliki sifat menggumpal yang baik. Namun, jika kondisi pengeringannya sangat “keras” atau kondisi penyimpanannya buruk, maka sifat menggumpal ini akan menurun atau bahkan hilang.

### *Perubahan citarasa dan nutrisi*

Citarasa telur kering dapat berubah karena kondisi pengeringan dan penyimpanan yang buruk. Salah satu faktor terpenting yang menyebabkan buruknya stabilitas penyimpanan produk telur kering adalah glukosa alami yang ada. Hampir semua produk putih telur mempunyai glukosa bebas. Oleh karenanya, jika glukosa dihilangkan lebih dulu sebelum pengeringan, maka citarasanya akan sedikit mengalami perubahan selama pengeringan. Pengeringan di bawah kondisi normal hanya sedikit menyebabkan hilangnya zat gizi telur. Vitamin A, dan vitamin B (thiamin, riboflavin, asam pantotenat dan asam nikotinat) masih terukur dalam *whole egg* kering dan asam amino esensial masih dijumpai sama dengan produk telur segar. Nilai gizi protein telur kering tetap tidak berubah, namun apabila kondisi pengeringan dan penyimpanannya buruk, maka nilai gizi telur akan menurun.

## Metode Pengeringan

Pengeringan telur dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu *spray drying*, *pan drying*, dan *freeze drying*. Metode *spray drying* merupakan metode yang paling banyak digunakan. Pada *spray drying*, cairan diatomkan ke dalam aliran udara panas. Atomisasi menghasilkan luas permukaan yang sangat besar, sehingga evaporasi air berlangsung sangat cepat (Bergquist 1990). Udara yang digunakan disaring untuk menghilangkan debu, kemudian dipanaskan sampai suhu 121–232°C. Bubuk yang terbentuk dipisahkan dari udara pengering. Produk kering dikeluarkan dari alat pengering, kemudian didinginkan, diayak, dan dikemas.

Metode *pan drying* digunakan untuk menghasilkan produk putih telur *flake-type*. Nampan (*pans*) diisi putih telur dan disusun pada rak dalam ruangan yang dipanaskan. Evaporasi air berlangsung perlahan-lahan dan meninggalkan lapisan kristal yang disebut *flake*. Pengeringan sampai kadar air 12–16% menghasilkan *flake-type material*. Produk dengan ukuran 1,5–12,5 mm umumnya dianggap *flake*, sedangkan yang lebih halus disebut putih telur granular. Putih telur dapat juga digiling menjadi bubuk halus.

Metode *freeze drying* terbatas penggunaannya, karena kapasitas alatnya relatif kecil. Air dihilangkan dari produk yang dalam keadaan beku. Produk dibekukan dan divakumkan hingga sekitar 0,25 atm. Panas dipasok ke produk pada suhu relatif rendah (sekitar 20–30°C), sampai mengering. Meskipun prinsipnya sederhana namun peralatannya sangat kompleks dan biayanya lebih mahal daripada metode pengeringan yang lain.

### 2.3.3 Pengolahan Telur

Telur dapat diolah menjadi beberapa macam produk pangan, baik telur sebagai bahan utama maupun sebagai bahan campuran. Telur sebagai bahan utama dapat diolah sebagai telur rebus, telur asin, telur pindang, telur dadar, telur ceplok, *omellete*. Telur sebagai bahan campuran dapat diolah sebagai roti atau produk bakeri, es krim, *salad dressing*, *mayonaise*, dan sebagainya. Sifat membuih dari telur baik putih telur maupun kuning telur digunakan sebagai bahan pengembang, sifat mengemulsi dari kuning telur digunakan sebagai

bahan pengemulsi, sifat mudah menggumpal baik putih maupun kuning telur digunakan sebagai bahan pengental dan pengikat (*thickener and binder*), selain itu juga telur digunakan sebagai pemberi citarasa (*flavor*) dan kuning telur sebagai pemberi warna.

### *Telur Rebus*

Telur rebus sering dihidangkan sebagai kudapan berupa telur rebus yang masih bercangkang maupun yang telah dikupas. Telur rebus yang telah dikupas, lebih lanjut dapat diolah menjadi aneka lauk pauk yang lezat seperti acar telur, sambal goreng telur, rendang telur dan lain-lain. Selain itu, telur dapat diolah menjadi telur asin, telur pindang dan sebagainya, yang penyajiannya berupa telur rebus yang masih bercangkang. Telur rebus ini tidak menarik disajikan bila cangkangnya pecah dan begitu pula bila telur rebus yang telah dikupas ternyata albumennya menempel pada cangkang yang menyebabkan kenampakannya buruk.

Berbagai metode perebusan telur telah banyak dilakukan dan dicoba untuk mencegah agar telur tidak pecah cangkangnya pada waktu perebusan. Namun demikian, hasil dari metode tersebut masih beragam, tergantung kondisi telur yang direbus. Menurut Sheldon dan Kimsey (1985), telur rebus yang baik hendaknya cangkangnya tidak pecah selama perebusan, mudah dikupas dan albumen yang menggumpal tidak melekat pada cangkang, dan kuning telur terpusat dengan baik dan tidak terlihat cincin gelap. Faktor yang memengaruhi kejadian pecah cangkang ketika telur direbus adalah ketebalan cangkang, ukuran dan bentuk cangkang, umur telur dan suhu penyimpanan telur, dan suhu awal dari air yang dimasak. Waktu perebusan dan suhu pemasakan berpengaruh terhadap kejadian pecah selama perebusan dan perubahan warna kuning telur (Stadelman dan Rhorer 1984; Hatta *et al.* 1997).

Menurut Stadelman (1990), dalam mengukur kemudahan kupas dapat dilibatkan dua faktor pengupasan, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menghilangkan cangkang, dan kenampakan telur rebus setelah dikupas. Kemudahan kupas telur rebus ada kaitannya dengan pH putih telur; telur

dengan pH putih telur 8,7 atau lebih biasanya mudah dikupas. Britton dan Fletcher (1987) menyatakan bahwa pengaruh lingkungan pada pH putih telur merupakan faktor utama yang mendukung peningkatan kemudahan kupas. Penghilangan CO<sub>2</sub> dari lingkungan sekitar telur mempercepat hilangnya CO<sub>2</sub> dari putih telur, meningkatkan pH putih telur dan meningkatkan kemudahan kupas. Pelapisan telur dengan minyak dan penyimpanan dingin menghambat penurunan pH, sehingga telur sulit dikupas setelah direbus.

*American Egg Board* merekomendasikan perebusan telur dengan cara meletakkan telur selapis dalam panci yang telah ditambahkan air paling sedikit 1 inci di atas telur, ditutup dan dipanaskan dengan cepat sampai mendidih, kemudian sumber panas dimatikan dan dibiarkan tertutup sampai 15–17 menit untuk telur yang besar (Stadelman 1990). Setelah perebusan, seluruh telur dalam air dingin didinginkan dalam air mengalir selama lima menit untuk mencegah permukaan kuning telur berwarna gelap.

Sheldon dan Kimsey (1985) melaporkan prosedur perebusan telur dengan memasukkan telur ke dalam air, kemudian dipanaskan hingga mendidih dan dibiarkan mendidih selama 20 menit, memberikan suhu internal telur paling tinggi (98,7°C) dibandingkan dengan metode perebusan telur dengan cara telur dipanaskan dalam air sampai mendidih dan dibiarkan dalam keadaan panas selama 20 menit (95,6°C), dan dengan metode pengukusan selama 20 menit (89,4°C).

*American Egg Board* memberikan petunjuk mengupas telur sebagai berikut: telur rebus didinginkan dengan cepat dan melalui air dingin yang mengalir cepat (selama 5 menit), direntakkan cangkang pada semua permukaan dengan membenturkan pelan pada meja, diputar telur di antara tangan untuk melonggarkan cangkang, kemudian dikupas mulai dari ujung tumpul. Pendinginan di bawah air mengalir atau mencelupkan dalam air menjadikan pekerjaan pengupasan lebih mudah. Sebenarnya mesin pengupas telur telah dikembangkan, namun semua mesin menyobek banyak putih telur. Oleh karena itu, pengupasan telur banyak dikerjakan secara manual.

## *Telur Asin*

Telur asin (*salted egg*) merupakan produk awetan dari pengasinan telur. Namun cara pengawetan dengan pengasinan ini menimbulkan perubahan rasa telur, yaitu menjadi asin. Oleh karena itu, telur asin merupakan salah satu produk olahan telur. Telur asin telah lama dikenal masyarakat, baik di Indonesia maupun di negara lain di Asia. Di China telur asin dikenal dengan *Hulidan*, dan di Taiwan dikenal *Shyandan*. Telur asin utuh dikonsumsi sebagai bagian dari diet reguler, namun kuning telur asin juga digunakan sebagai bahan isian pada beberapa produk pangan seperti *moon cake* (kue bulan), *glutinous rice dumpling*, dan sebagainya. Proses pembuatan telur asin melibatkan penggunaan garam dapur (NaCl), dan bahan pendukung lainnya.

Penggunaan garam NaCl dalam pengolahan pangan di samping memberikan rasa asin, juga dapat menghambat kerusakan karena mikroba. Garam NaCl dapat masuk ke dalam telur melalui pori-pori cangkang dengan proses ionisasi, difusi dan osmosis. NaCl terionisasi menjadi  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$ .

Ada beberapa cara pengasinan telur yang telah dikenal, baik secara pelumuran dengan adonan maupun secara perendaman dengan larutan garam. Pengasinan telur dengan cara pelumuran adonan dikerjakan dengan menggunakan campuran garam dan serbuk batu bata merah, abu, lumpur atau pasir dengan perbandingan tertentu kemudian ditambah air secukupnya sampai terbentuk adonan seperti pasta. Telur yang telah dipilih dan dicuci dilumuri atau dibenamkan dalam adonan sehingga seluruh permukaan telur terkena adonan. Setelah itu disimpan selama 7–10 hari. Pengasinan telur dengan cara perendaman dalam larutan garam dikerjakan dengan menggunakan larutan NaCl jenuh atau larutan NaCl 20–30% selama 7–10 hari.

Kriteria telur asin matang yang baik dan disukai yaitu cangkang tidak pecah/retak, putih telur kenyal, kuning telur *masir*, berwarna menarik (oranye sampai merah) dan berminyak. Selama pengasinan, air meninggalkan telur, sedangkan garam masuk ke dalam putih dan kuning telur. Eksudasi minyak terjadi dalam kuning telur seiring dengan waktu akibat dehidrasi dan

denaturasi protein minyak yang tereksudasi dari kuning telur asin berada dalam bentuk lemak bebas yang dilepaskan dari lipoprotein. Lemak bebas pada *interface* bulatan granula kuning telur memberikan tekstur yang masir (*gritty*) pada kuning telur asin rebus.

## 2.4 Teknologi Pengolahan Daging

Daging dan produk olahan daging merupakan topik yang luas yang mencakup berbagai jenis pangan dan teknologi pengolahan. Daging terdiri dari otot, lemak, dan jaringan ikat yang dimanfaatkan sebagai pangan, baik dari hewan ternak ruminansia, unggas, atau ikan. Beberapa contoh produk olahan daging disajikan pada **Tabel 2.5**. Produk olahan daging terdiri atas daging segar yang diproses tahap pemasakan seperti pemotongan, penggilingan, pendinginan, *curing* (seperti dendeng (*jerky*)), dan pembekuan, serta produk olahan yang mengalami pemasakan (*processed meat*), seperti sosis, daging burger, *nugget*, daging kornet (*corned*) dan lainnya.

Tabel 2.5 Daging dan produk olahan daging

Jenis	Jenis Hewan	Daging Utuh/Giling	Penambahan Bahan Lain	Kyuring atau Tanpa Kyuring
Daging ( <i>tenderized meat</i> )	Semua	Utuh	Tidak	Tidak
<i>Enhanced meat</i>	Semua, terutama sapi, babi, unggas		Air, fosfat, garam, antioksidan	Tidak
Prapemasakan	Semua	Biasanya utuh, Sebagian giling	Air, fosfat, garam, flavor, antioksidan, pemanis	Tidak
<i>Ham</i>	Babi	Utuh	Air, garam, pemanis, fosfat	Ya
<i>Bacon</i>	Babi	Utuh	Air, garam, pemanis	Ya
Produk kyuring yang lain	Semua	Utuh	Air, fosfat, garam, pemanis	Ya

Tabel 2.5 Daging dan produk olahan daging (lanjutan)

Jenis	Jenis Hewan	Daging Utuh/Giling	Penambahan Bahan Lain	Kyuring atau Tanpa Kyuring
Dendeng/daging kering	Semua	Utuh atau giling	Garan, rempah, pemanis, bumbu	Ya, Sebagian tanpa kyuring
Sosis segar	Semua	Giling	Garan, rempah, pemanis, bumbu	Tidak
Sosis masak	Semua	Giling	Garam, pemanis, bumbu	Ya
Produk yang dibentuk ( <i>formed products</i> )	Semua, terutama unggas	Giling	Garam, bumbu, pengikat	

Sumber: Maddock (2012)

Daging dan produk olahan daging dihasilkan melalui pengolahan primer atau sekunder. Pengolahan primer, yaitu mengolah daging dalam bentuk mentah dan belum siap dikonsumsi, yang meliputi penyembelihan, penanganan karkas, pengempukan daging, perbaikan mutu daging, pendinginan, dan pembekuan. Produk dari hasil pengolahan primer ini biasanya diolah lebih lanjut dalam pengolahan sekunder. Pengolahan sekunder (*secondary processing*) mengubah karakteristik dari daging dengan mengubah bentuk, ukuran, atau sifat kimia dengan penambahan ingridien lain untuk meningkatkan *flavor*, fungsionalitas, dan nilai ekonomi. Contohnya adalah produk emulsi daging, daging kering, daging asap. Produk daging diistilahkan untuk semua hasil pemasakan daging seperti daging *steak*, sedangkan produk olahan daging (*product manufacturing*) diistilahkan untuk produk yang diolah dengan menambahkan bahan lain, seperti sosis, *nugget* dan lainnya.

### 2.4.1 Pengempukan Daging

Keempukan daging merupakan hal terpenting karena memengaruhi rasa dan rasa enak ketika mengonsumsi daging. Pengempukan daging terdiri atas dua fase, yaitu pengempukan awal, dan pengempukan lanjutan.

## *Faktor yang Memengaruhi*

Keempukan daging dipengaruhi oleh empat faktor utama yang juga dipengaruhi kondisi pengolahan sekunder

### *Protein*

Protein yang berperan dalam daging adalah protein kontraktil. Integritas dari protein kontraktil ini yang memengaruhi keempukan. Protein daging mengalami disintegritas (terdegradasi) dengan bertambahnya waktu selama *post mortem*. Enzim dapat membantu untuk mempercepat keempukan dengan mendegradasi protein kontraktil seperti katepsin. *Aging* merupakan salah satu metode untuk pengempukan daging.

### *Panjang sarkomer*

Protein otot bekerja karena mempunyai kemampuan untuk bergeser sehingga sarkomer mengerut (kontraksi) atau memanjang (relaksasi). Pada kondisi mengerut, otot mengalami kontraksi dan menyebabkan daging menjadi keras. Pada kondisi *rigor mortis*, sarkomer mengalami kontraksi sampai fase *rigor mortis* terlewati.

### *Jaringan ikat*

Jenis dan jumlah jaringan ikat sangat penting dalam proses pengempukan daging. Jumlah jaringan ikat yang tinggi menyebabkan daging menjadi keras. Ketika hewan meningkat umurnya, jaringan ikat mengalami pengikatan silang antar fibril dari kolagen.

### *Komposisi daging*

Jumlah lemak, air, dan protein dalam daging memengaruhi keempukan. Meskipun tidak selalu, jumlah lemak dalam otot (*intramuscular*) (*marbling fat*) berkaitan dengan keempukan.

### *Cara Pengempukan Daging*

Ada beberapa cara untuk mengempukkan daging. Selain dengan pemeraman (*aging*) secara alami (penyimpanan pasca penyembelihan), pengempukan mekanis, enzimatik, dan kimia merupakan tiga metode yang umum digunakan untuk mengempukkan daging.

#### *Pengempukan mekanis*

Pengempukan mekanis dilakukan dengan cara merusak serat daging dan jaringan ikat menggunakan tusukan jarum. Metode ini cocok digunakan untuk daging yang dimasak matang, karena ada risiko kontaminasi mikroba dari jarum yang digunakan.

#### *Pengempukan enzimatik*

Enzim dari beberapa tanaman tropis seperti nanas (bromelain), pepaya (papain) serta buah ara (ficin) mampu mengempukkan daging. Enzim ini mendegradasi protein otot secara cepat. Enzim ini harus disuntikkan ke dalam potongan daging, atau direndam selama proses marinasi (perendaman dengan bumbu), namun daging sapi muda tidak memerlukan enzim untuk proses pengempukan.

#### *Pengempukan kimiawi*

Pengempukan kimiawi dilakukan dengan menambahkan asam (biasanya cuka) pada daging segar. Asam mendegradasi jaringan ikat dan protein miofibril, sehingga memperbaiki keempukan.

### 2.4.2 Perbaikan Mutu Daging (*Enhanced Meat*)

Perbaikan mutu daging dapat dilakukan dengan cara menambahkan bumbu dan bahan lain untuk meningkatkan warna dan rasa terutama keempukan dan *juiciness*. Bahan tambahan tersebut biasanya berupa air, garam, dan fosfat. Proses penambahan bumbu dan bahan lain ini disebut marinasi.

Marinasi biasa dilakukan dengan cara perendaman, pembaluran, atau injeksi pada potongan daging. Larutan marinasi biasa ditambahkan sekitar 10% dari berat daging. Penambahan bahan marinasi selain dilakukan pada potongan daging juga dapat dilakukan pada daging giling atau daging kyuring. Pada larutan marinasi, air dibutuhkan untuk melarutkan bahan lain. Garam memperbaiki *flavor* dan membantu pengikatan air oleh daging. Fosfat, biasanya dalam bentuk fosfat alkalin seperti natrium tripolifosfat, umum digunakan pada marinasi. Fosfat berfungsi memperbaiki kemampuan pengikatan air dan juga bersifat antioksidan. Garam dan fosfat berfungsi memperbaiki daya ikat air.

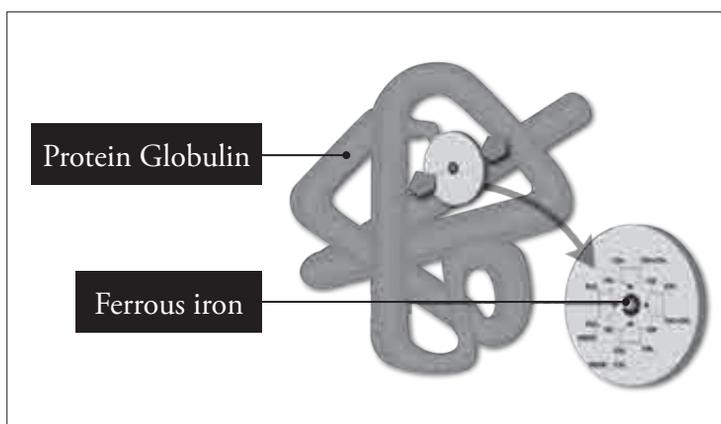
Bahan lain yang biasa digunakan untuk marinasi dengan cara injeksi adalah asam organik seperti asam laktat. Asam ini berfungsi meningkatkan *flavor* dan memperpanjang daya simpan. Antioksidan dapat ditambahkan untuk mencegah pembentukan *flavor* yang tidak diinginkan. *Flavor* atau penguat rasa (*flavor enhancer*) serta bumbu dan protein nabati dapat juga ditambahkan pada larutan marinasi. Pengempuk daging alami seperti ficin, bromelain, dan papain juga dapat ditambahkan untuk meningkatkan keempukan daging melalui degradasi serat daging dan jaringan ikat oleh aktivitas protease enzim tersebut.

### 2.4.3 Kyuring Daging

Daging kyuring merupakan produk olahan sekunder daging yang sudah luas dan umum dikenal. Kyuring bertujuan untuk memperbaiki warna, rasa, dan pengawetan. Kyuring dapat dilakukan pada daging utuh atau daging giling. Hampir semua jenis daging dapat dikyuring seperti sapi, babi, dan produk lainnya. Bahan utama untuk kyuring daging adalah nitrit atau nitrat. Kyuring merupakan tahapan penting pada beberapa produk olahan daging seperti sosis, daging burger, dan daging kornet (*corned beef*). Tujuan pembentukan warna merah cerah tidak tercapai jika proses kyuring mengalami kegagalan. Untuk memahami proses kyuring, maka perlu dipahami terlebih dahulu perubahan yang terjadi pada mioglobin sebagai pigmen daging yang mengalami perubahan selama proses kyuring.

### *Pigmen Daging Mioglobin*

Pada proses kyuring terjadi perubahan warna daging menjadi merah cerah yang permanen. Reaksi pembentukan warna tersebut terjadi akibat perubahan yang terjadi pada mioglobin sebagai pigmen warna merah daging. Mioglobin merupakan protein berbentuk bulat (globin) yang berikatan dengan cincin hematin (**Gambar 2.2**). Cincin hematin dalam mioglobin berikatan dengan satu atom besi dalam bentuk  $Fe^{2+}$  (ferro). Pada kondisi tanpa adanya oksigen dan Fe dalam bentuk ferro, mioglobin berwarna merah keunguan. Warna ini tidak bisa dilihat karena ada pada bagian dalam daging. Ketika daging dipotong, mioglobin berikatan dengan oksigen membentuk oksimioglobin dengan atom Fe tetap dalam bentuk ferro. Proses pengikatan oksigen oleh mioglobin ini disebut oksigenasi. Oksimioglobin menimbulkan warna merah pada daging. Pada kondisi adanya senyawa pengoksidasi, ion  $Fe^{2+}$  (ferro) dapat berubah menjadi ion  $Fe^{3+}$ . Pada kondisi tidak ada oksigen, maka akan terbentuk metmioglobin yang berwarna coklat dan Fe berada dalam bentuk ion  $Fe^{3+}$ . Jika oksimioglobin dengan ion  $Fe^{2+}$  mengalami oksidasi, maka ion  $Fe^{2+}$  berubah menjadi ion  $Fe^{3+}$  dan terbentuk oksimetmioglobin yang berwarna coklat juga.



Gambar 2.2 Struktur mioglobin (Shakilaahmed 2018)

Pada proses kyuring daging, mioglobin atau oksimioglobin berikatan dengan nitrit membentuk nitrosil mioglobin yang berwarna merah. Jika nitrit berikatan dengan metnioglobin atau oksimetmioglobin, maka terbentuk nitrosil metmioglobin yang berwarna cokelat. Warna cokelat ini tidak diinginkan sehingga pada proses kyuring pembentukan nitrosil metmioglobin harus dicegah. Ketika daging dipanaskan atau daging mengalami proses pemanasan, protein globin pada nitrosil mioglobin terdenaturasi yang menyebabkan terbentuknya nitrosilhemokromogen yang berwarna merah cerah. Warna merah cerah nitrosil hemokromogen ini yang diinginkan dari proses kyuring. Namun, jika nitrosil metmioglobin yang berwarna cokelat dipanaskan, maka terbentuk nitrosyl hemikromogen yang juga berwarna cokelat. Oleh karena itu, dalam proses kyuring harus ditambahkan bahan pereduksi yang mampu mencegah oksidasi ion  $Fe^{2+}$  dari ion  $Fe^{3+}$ .

### *Bahan Kyuring*

Bahan kyuring diperlukan untuk membentuk warna dan *flavor* yang diinginkan. Bahan tersebut tidak hanya nitrit atau nitrat, tetapi bahan lain yang menunjang pembentukan warna dan *flavor* yang baik. Bahan yang umum digunakan untuk proses kyuring adalah air, garam, gula, dan nitrit/nitrat. Sebagai tambahan, digunakan fosfat dan eritrobat/askorbat. Kadang-kadang bumbu ditambahkan seperti lada hitam dan madu yang digunakan dengan cara dioleskan pada permukaan daging atau ditambahkan pada larutan garam.

### *Garam*

Garam merupakan bahan dasar untuk kyuring yang digunakan dalam bentuk larutan garam atau campuran kering. Garam berfungsi memberikan rasa dan juga penting dalam melarutkan daging. Garam yang digunakan biasanya dalam bentuk granula atau butiran yang disebut "*corn*" sehingga timbul istilah *corned beef* yaitu daging yang diberi garam butiran/granula. Dalam Bahasa Indonesia berubah menjadi daging kornet. Supaya rasa asinnya tidak terlalu tajam, garam biasanya digunakan bersama-sama dengan pemanis sehingga dihasilkan rasa yang lembut. Garam juga memengaruhi rendemen dan sifat tekstur. Garam yang digunakan harus garam bermutu tinggi (*food*

*grade*). Pengotor logam dalam garam dapat mempercepat proses oksidasi sehingga menimbulkan bau tengik. Fosfat dan nitrit bersifat menghambat proses oksidasi. Jumlah penggunaan garam dalam proses kyuring sangat beragam. Jumlah terlalu tinggi menyebabkan terlalu asin, sedangkan terlalu rendah menyebabkan protein daging tidak terekstrak.

### *Pemanis*

Ada beberapa jenis gula yang biasa ditambahkan pada proses kyuring seperti sukrosa, dekstrosa, dan sirup jagung. Fungsi gula adalah mengimbangi rasa asin dari garam dan juga memperkaya *flavor*. Sukrosa juga berperan sebagai pengawet tetapi peran sebagai pengawet menyebabkan rasanya terlalu manis. Industri biasanya lebih menyukai menggunakan dekstrosa cair atau sirup jagung, karena lebih mudah ditangani.

### *Nitrit ( $NO_2$ ) dan nitrat ( $NO_3$ )*

Fungsi awal dari nitrit dalam proses kyuring adalah untuk menghasilkan warna. Selain membentuk warna, nitrit juga berfungsi sebagai antibakteri, menghambat oksidasi lemak dan juga memengaruhi *flavor*. Sampai saat ini peran nitrit tersebut belum tergantikan. Natrium nitrit merupakan garam dengan asam lemah dan basa kuat. Ion nitrit bersifat sangat reaktif dan mudah larut air. Pada proses kyuring, nitrat berubah menjadi nitrit kemudian berubah menjadi *nitrous acid* (HONO) dan kemudian NO bereaksi dengan mioglobin membentuk *nitrosyl mioglobin* (MbNO). Dengan adanya udara, NO bersifat mudah teroksidasi. Nitrit dan MbNO juga bersifat antioksidan. Ketika dipanaskan MbNO membentuk kompleks yang stabil nitrosil-hemokrom yang menghambat sifat katalitik Fe dan mencegah Fe lepas dari mioglobin.

### *Bahan tambahan kyuring*

Bahan tambahan yang biasa digunakan dalam proses kyuring adalah askorbat dan eritrobat, fosfat, pati, dan hidrokoloid. Asam askorbat atau eritrobat mempercepat konversi nitrit menjadi NO dalam proses pembentukan warna daging kyuring, sehingga sering disebut akselerator kyuring. Peran eritrobat sama dengan asam askorbat. Penggunaan asam askorbat atau

eritrobat menurunkan waktu kyuring, warna yang terbentuk lebih baik dan seragam, serta *flavor* yang lebih baik. Eritrobat lebih sering digunakan karena harganya lebih murah. Penggunaan asam askorbat dibatasi maksimum 550 ppm. Larutan kyuring (*pickle*) yang digunakan umumnya 10% dari berat daging.

Fosfat banyak menggunakan fosfat alkali dengan tujuan utama untuk mencegah pengerutan. Fosfat berperan meningkatkan pH dan melarutkan protein daging. Fosfat berfungsi meningkatkan kekuatan ionik cairan daging, sehingga meningkatkan hidrasi protein tanpa menyebabkan peningkatan rasa asin. Pada titik isoelektrik protein daging, yaitu pada pH 5–5,0, kemampuan menahan air sangat rendah. Peningkatan pH menyebabkan kemampuan menahan air meningkat. Penambahan natrium fosfat biasanya 0,2–0,5% dalam bentuk sodium tripolifosfat (STPP). Fungsi lain dari fosfat adalah sebagai bufer, mengkelat logam, dan berperan sebagai polianion yang meningkatkan kekuatan ionik dari larutan. Jenis fosfat yang diijinkan untuk digunakan dalam larutan kyuring adalah *disodium phosphate*, *monosodium phosphate*, *sodium metaphosphate*, *sodium polyphosphate glassy*, *sodium tripolyphosphate*, *sodium pyrophosphate*, *sodium acid pyrophosphate*, *sodium hexametaphosphate*, *dipotassium phosphate*, *monopotassium phosphate*, *potassium tripolyphosphate*, dan *potassium pyrophosphate*. STPP dan campurannya dengan heksa metafosfat umumnya digunakan dalam produk kyuring. Penggunaan fosfat meningkatkan daya ekstraksi protein daging dan meningkatkan stabilitas pemasakan karena lebih mampu menahan air.

Pati merupakan ingredien multiguna yang digunakan dalam berbagai produk pangan. Pati berperan membentuk tekstur, pengikat, dan memperbaiki rasa di mulut produk daging. Pati yang paling banyak digunakan untuk olahan daging adalah pati sereal dan umbi-umbian yang mempunyai karakteristik yang berbeda.

Hidrokoloid yang banyak digunakan untuk olahan daging adalah karagenan dengan penggunaan kurang dari 1%. Karagenan harus dipanaskan terlebih dahulu supaya dapat berfungsi membentuk gel yang kokoh tetapi elastis. Selain karagenan, hidrokoloid yang dapat digunakan dalam olahan daging adalah tepung konjak.

## *Metode Kyuring*

Berbagai metode kyuring banyak digunakan baik pada proses kyuring skala rumah tangga maupun industri besar. Metode yang ada saat ini merupakan modifikasi dari teknologi dasar kyuring, yaitu metode kering (*dry curing*) dan metode basah menggunakan larutan kyuring (*pickle curing*).

### *Kyuring kering (dry salt curing)*

Kyuring kering merupakan metode kyuring yang pertama dilakukan. Metode ini menggunakan garam saja atau kadang-kadang ditambahkan nitrit atau nitrat. Air keluar dari daging karena adanya bahan kyuring dan kemudian ditiriskan, sehingga daging menjadi lebih kering dan keras. Di beberapa daerah, biasanya dicampurkan bumbu. Bahan kyuring metode kering ini umumnya berupa garam, gula, nitrat, dan nitrit. Cara yang praktis biasanya dengan membalurkan campuran bahan kyuring ke permukaan daging dan daging dibiarkan selama waktu tertentu. Kyuring metode kering ini biasanya dikombinasikan dengan menginjeksikan larutan garam jenuh (sekitar 10%).

### *Kyuring larutan garam*

Perendaman dalam larutan garam biasanya diikuti dengan kyuring metode kering dan sudah dilakukan secara komersial. Potongan daging direndam dalam larutan kyuring (*pickle*) yang memungkinkan bahan kyuring berpenetrasi. Proses ini biasanya lambat dan kemungkinan bisa terjadi pembusukan daging sebelum proses kyuring selesai. Saat ini metode ini sudah jarang dilakukan.

### *Metode injeksi*

Metode injeksi merupakan metode standar yang dilakukan industri saat ini, yaitu dengan menginjeksikan larutan *pickle* ke dalam potongan daging. Injeksi meningkatkan efisiensi dan menghasilkan distribusi yang lebih merata. Ada tiga metode dasar untuk injeksi ini, yaitu pemompaan arteri (*artery pumping*) di mana larutan *pickle* diinjeksikan pada pembuluh arteri dalam

daging), penusukan dengan satu jarum pada berbagai lokasi (*stitch injection*), dan injeksi dengan banyak jarum (*multi needle injection*) menggunakan mesin. Yang terakhir ini yang saat ini banyak digunakan di industri pangan.

#### 2.4.4 Produk Emulsi Daging

Produk emulsi daging saat ini tersedia di pasaran dalam berbagai jenis produk. Produk emulsi daging antara lain berupa sosis berbagai jenis (*wiener, frankfurter, bologna*, dsb), daging kornet, daging *burger*, bakso, *rollade*, dan *nugget*. Daging sapi banyak diolah menjadi produk emulsi. Contoh produk emulsi untuk daging ayam antara lain sosis ayam, burger ayam, rollade ayam, bakso ayam, dan *nugget* ayam. Gaya hidup yang berubah menjadi serba praktis menyebabkan produk emulsi daging ini laris dan banyak diminati.

Pada produk emulsi, protein daging berperan sebagai pengemulsi. Protein miofibril dapat menstabilkan emulsi karena mampu berada pada antarmuka minyak/lemak dan air. Ketika globula lemak dikelilingi oleh protein daging, maka emulsi terbentuk. Pengolahan lebih lanjut seperti pemanasan menyebabkan protein daging terdenaturasi dan memperkuat sistem emulsi. Protein miofibril juga membentuk gel yang kuat tetapi protein sarkoplasma tidak berkontribusi dalam pembentukan emulsi karena membentuk gel yang lemah.

Retensi air (kemampuan menahan air) merupakan sifat penting dari produk emulsi daging. Jumlah air yang terikat tergantung dari peran aktin dan miosin sebagai protein miofibril yang kemampuan pengikatannya dipengaruhi oleh pH. Pada pH di atas atau di bawah pH isoelektrik, kemampuan mengikat air meningkat. Penambahan garam menyebabkan perubahan muatan elektrik protein dan mengakibatkan peningkatan kemampuannya untuk mengikat air.

Produk emulsi daging yang dapat dipotong (*sliceable*) biasanya bertekstur kompak, seperti sosis. Produk ini biasanya diolah dari daging giling halus (*comminuted meat*) dicampur dengan lemak, air, dan es dan bahan tambahan (garam, nitrat, fosfat, bumbu, *flavor*, dan lainnya). Bahan lain seperti susu skim dapat ditambahkan dan berperan meningkatkan kekompakan produk dan kemampuan untuk dipotong (*sliceability*). Garam mengekstrak protein

daging dan kemudian protein daging mengemulsikan lemak, membentuk gel yang kemudian distabilkan dengan pemanasan dan mengubah bahan menjadi produk yang padat. Jumlah lemak yang ditambahkan berkisar 15–30%. Setelah dicampurkan, bahan sosis kemudian dimasukkan ke dalam selongsong (*casing*) alami ataupun sintetik. Bahan sosis yang sudah dalam *casing* kemudian dipanaskan dalam oven atau diasap. Setelah dipanaskan atau diasap, sosis didinginkan dengan cara disemprot air atau dicelupkan ke dalam air dingin. Pada beberapa produk, selongsong sintetik biasanya dilepaskan terlebih dahulu. Jika selongsongnya dapat dimakan, maka biasanya dibiarkan tetap menempel seperti pada produk *bockwursts*. Sifat sosis yang dapat dipotong ini adalah kohesif.

Produk emulsi daging yang bersifat tidak kohesif atau tidak kompak (*spreadable*) diolah dengan cara pemasakan daging giling kasar. Lemak biasa ditambahkan pada kadar 45–50%, kemudian dicampur dengan kaldu. Protein non daging seperti susu skim, susu bubuk, dan konsentrat protein kedelai digunakan sebagai penstabil. Formulasi produk sosis ini juga mengandung bumbu, rempah-rempah, dan bahan tambahan lain. Adonan kemudian dimasukkan ke dalam selongsong atau kaleng secara hati-hati untuk mencegah udara terperangkap. Udara dapat menghambat transfer panas dan meningkatkan oksidasi lemak dan pigmen. Pemanasan menyebabkan perubahan adonan berbentuk gel menjadi bertekstur yang tidak kompak (*spreadable*). Lemak yang digunakan dalam formula biasanya lemak sapi atau babi, dan bisa diganti dengan minyak nabati.

### 2.4.5 Daging Asap

Sebelum diasap, daging biasanya dikyuring atau digarami, atau kadang-kadang dimasak terlebih dahulu. Daging asap sering dijumpai sebagai pangan khas suatu daerah seperti daging Sei dari Nusa Tenggara Timur. *Bacon* merupakan salah satu produk kyuring dan pengasapan. Pengasapan dilakukan pada suhu yang secara bertahap meningkat dalam ruangan dengan kelembapan rendah. Produk hasil pengasapan ini sebaiknya dikemas secara vakum untuk mencegah oksidasi lemak, karena umumnya mempunyai aktivitas air ( $a_w$ ) yang rendah.

Dalam skala industri, pengasapan dilakukan dalam ruangan yang disebut *smokehouse*. Dalam ruang pengasapan ini, asap dihasilkan dari hasil pembakaran kayu jenis tertentu. Jenis kayu sangat berperan menentukan *flavor* daging asap yang dihasilkan. Kayu tersebut biasanya sudah dipotong bentuk balok yang seragam atau berbentuk serbuk gergaji. Lama pengasapan memakan waktu beberapa jam, sementara pengasapan tradisional dapat memakan waktu berhari-hari.

Selama pemasakan terjadi pembentukan warna dan citarasa khas daging asap. Warna terbentuk karena adanya reaksi Maillard antara karbonil hasil pirolisis kayu dengan gugus amin dari protein daging. Reaksi ini menyebabkan warna keemasan dari produk. *Flavor* terbentuk dari interaksi antara komponen dalam asap dengan komponen yang ada di daging selain juga akibat terjadinya reaksi Maillard.

Pengasapan juga dapat dilakukan dengan menggunakan asap cair. Asap cair bisa dibuat dengan cara mengkondensasikan berbagai kayu keras. Asap cair telah digunakan secara luas dalam berbagai produk pangan termasuk olahan daging dengan tujuan utama untuk mendapatkan *flavor* yang khas. Penggunaan asap cair dilakukan dengan pembaluran, penyemprotan, atau perendaman. Asap cair biasa dipekatkan terlebih dahulu supaya karaktersitik asapnya lebih kuat, juga biasa dilakukan fraksinasi dan pemurnian. Asap cair ini juga bisa diubah menjadi bentuk bubuk. Komposisi kimia asap cair tergantung dari jenis kayu dan kadar air kayu, di mana kadar air memengaruhi suhu pirolisis dan asap yang dihasilkan.

#### 2.4.6 Daging Fermentasi

Sosis dibuat dengan cara menggiling daging sampai halus dan menambahkan bahan kyuring dan bahan lainnya. Beberapa jenis sosis secara tradisional difermentasi dengan metode *back-slopping*, yaitu daging dari hasil fermentasi sebelumnya ditambahkan pada adonan sosis baru yang difermentasi. Saat ini, industri sosis modern menggunakan kultur starter untuk produknya. Pada pengolahan tradisional, fermentasi dilakukan secara spontan, di mana mikroba berasal dari mikroba yang secara alami terdapat

pada daging yang dipengaruhi oleh kadar garam dan lingkungan. Daging tersebut kemudian dimasukkan ke dalam selongsong alami ataupun sintetik. Pada sosis kering (*dry sausage*) daging dalam selongsong kemudian dibiarkan mengalami fermentasi pada suhu yang terkontrol yang biasanya 10–24°C pada kelembapan relatif 90% selama 1–7 hari. Sosis semi kering difermentasi pada suhu yang lebih tinggi 30–40°C selama beberapa hari. Pengeringan dilakukan pada kelembapan dan waktu yang berbeda tergantung dari jenis sosis. Beberapa jenis sosis diasap dan dimasak sebelum dikeringkan. Proses pengolahan sosis yang berbeda-beda ini menyebabkan perbedaan kadar air. Produk sosis fermentasi ini mempunyai sejarah yang panjang dan awalnya diolah secara tradisional. Contoh sosis kering yang difermentasi adalah *chorizo*, *pepperoni*, dan *salami*. Produk sosis fermentasi ini dibuat dari berbagai jenis daging seperti sapi, babi, ayam, kambing, kuda, unta, dan lainnya.

## 2.5 Ringkasan

1. Penanganan susu segar dilakukan sebelum pengolahan untuk mencegah dan memperkecil kontaminasi mikroba dan kontaminan lain pada susu, memperpanjang daya awet susu, memperkecil dan menyeragamkan ukuran globula lemak susu dengan homogenisasi, dan memisahkan lemak susu dan pengaturan kadar lemak susu. Pendinginan susu merupakan bagian penting dalam rangkaian penanganan susu segar yang umumnya pada suhu kurang dari 8°C.
2. Pasteurisasi susu dapat dilakukan: (a) Suhu rendah dan waktu pemanasan lama (metode LTLT) atau dengan waktu cepat (HTST). Sterilisasi susu dapat dilakukan dengan sistem *batch* menggunakan alat otoklaf dan dengan sistem kontinyu (metode UHT).
3. Fermentasi susu umumnya menggunakan bakteri asam laktat dan beberapa mikroba lain untuk menghasilkan produk yang spesifik, contohnya yoghurt yang dibuat dengan starter *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.

4. Pengolahan keju menggunakan *rennet* sebagai penggumpal yang mengandung enzim renin atau chymosin. Keju diklasifikasikan berdasarkan komposisi kimianya (khususnya kadar lemak), ada tidaknya proses pemeraman, jenis mikroba yang digunakan, dan konsistensi atau keras lunaknya tekstur keju. Berdasarkan konsistensinya keju dibedakan menjadi *hard cheese* dan *soft cheese*.
5. Krim (*cream*) atau lemak susu banyak dimanfaatkan untuk membuat es krim dan mentega. Pengolahan es krim meliputi pencampuran adonan, pasteurisasi, homogenisasi, pendinginan, *aging*, pembekuan cepat dan pengemasan. *Overrun* merupakan salah satu parameter utama mutu es krim yang menentukan nilai ekonomis dari es krim.
6. Mentega adalah suatu massa kompak dari lemak susu yang dibuat dengan proses pengadukan yang disebut *churning*. Kandungan lemak minimum dalam mentega adalah 83%, sedangkan kadar air maksimum 16%. Proses pembuatan mentega meliputi separasi, standarisasi, netralisasi, pasteurisasi, pemeraman, pendinginan, *churning*, pencucian, penggaraman dan pengemasan.
7. Pengawetan telur dapat diterapkan pada kondisi telur utuh atau yang sudah dipecah (isi telur). Pengawetan telur utuh meliputi *dry packing*, perendaman dalam larutan kapur, perendaman dalam *water glass*, perendaman dalam larutan garam, perendaman dalam larutan penyamak nabati, penyimpanan dingin, dan pelapisan cangkang. Pengawetan telur yang sudah dipecah dapat berupa telur cair (*liquid egg*), telur beku (*frozen egg*) atau telur kering (*dry egg*), baik sebagai *whole egg* (keseluruhan isi telur), ataupun putih dan kuning telur secara terpisah. Telur dapat dikeringkan isinya untuk menghasilkan telur utuh kering, putih telur kering, dan kuning telur kering. Proses pengeringan dapat memengaruhi sifat fungsional telur keringnya pada waktu digunakan untuk pengolahan produk pangan.

8. Telur dapat diolah menjadi beberapa macam produk pangan, baik telur sebagai bahan utama maupun sebagai bahan campuran. Telur sebagai bahan utama dapat diolah sebagai telur rebus, telur asin, telur pindang, telur dadar, telur ceplok, *omellete*. Telur sebagai bahan campuran, misalnya pada pengolahan roti atau produk *bakery*, es krim, *salad dressing*, *mayonaise*, dan lain-lain.
9. Keempukan daging merupakan hal terpenting karena memengaruhi citarasa ketika mengonsumsi daging. Ada beberapa cara untuk mengempukkan daging. Selain dengan pemeraman (*aging*) secara alami (penyimpanan pasca penyembelihan), pengempukan mekanis, enzimatis, dan kimia merupakan tiga metode yang umum digunakan untuk mengempukkan daging.
10. Kyuring bertujuan memperbaiki warna, rasa, dan pengawetan. Kyuring dapat dilakukan pada daging utuh atau daging giling. Pada proses kyuring terjadi perubahan warna daging menjadi merah cerah yang permanen. Reaksi pembentukan warna tersebut terjadi akibat perubahan yang terjadi pada mioglobin sebagai pigmen warna merah daging. Berbagai metode kyuring banyak digunakan baik proses kyuring skala rumah tangga atau industri pangan besar. Metode yang ada saat ini merupakan modifikasi dari teknologi dasar kyuring, yaitu kyuring metode kering (*dry curing*) dan metode basah menggunakan larutan kyuring (*pickle curing*).
11. Produk olahan daging lainnya yang banyak dikenal adalah produk emulsi daging (contoh sosis), daging asap, dan daging fermentasi.

## 2.6 Pustaka

- Al-Baarri AN, Legowo AM. 2012. Aplikasi teknologi lactoperoxidase-sepharose-membrane sebagai metode pengawetan susu segar yang murah dan aman. *Prosiding Seminar Insentif Riset Sinas (INSINas)*: PG103–109.
- Al-Baarri AN, Legowo AM, Siregar RF, Utami T, Adi CWC, Rachmantyo A, Pradhana FL. 2016. *Teknik Pembuatan Fruity Powder Yoghurt*. Indonesian Food Technologists, Semarang.

- Al-Baarri AN, Legowo AM, Hayakawa S, Ogawa M. 2015. Enhancement antimicrobial activity of hyphothiocyanite using carrot against *Staphylococcus Aureus* and *Escherichia Coli*. *Procedia Food Science*. 3: 473–478.
- Al-Baarri AN, Damayanti NT, Legowo AM, Tekiner IH, Hayakawa S. 2019. Enhanced antibacterial activity of lactoperoxidase thiocyanate hydrogen peroxide system in reduced-lactose milk whey. *International Journal of Food Science*, 6.
- Arbuckle WS. 1977. *Ice Cream*. AVI Pub. Co., Westport, CT.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI No. 3141-1 Tentang Standar Mutu Susu Segar. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Bergquist DH. 1990. Egg Dehydration. Di dalam: Stadelman WJ, Cotterill OJ. (Editor). *Egg Science and Technology*. Hal. 285–323. Food Products Press, New York.
- Christiansen PS, Overby AJ. 1988. Quality requirements of milk for processing. Di dalam: *Meat Science, Milk Science and Technology*. Cross, HR, Overby AJ. (Editor). Hal. 201–209. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-Tokyo.
- Davidson RH, Duncan SE, Hackney CR, Eigel WN, Boling JW. 2000. Probiotic culture survival and implications in fermented frozen yoghurt characteristics. *Journal of Dairy Science*. 83(4): 666–73.
- Eckles CH, Combs WB, Macy H. 1980. *Milk and Milk Products*. Tata Mc Graw-Hill Publishing Co. Ltd., Bombay-New Delhi.
- Gibson DL. 1988. Ice cream. Di dalam: *Meat Science, Milk Science and Technology*. Cross HR, Overby AJ. (Editor). Hal. 333–348. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-Tokyo.
- Goyal MR. 2020. *Engineering Practices for Milk Products*. CRC Press, Taylor & Francis Group, USA.
- Hatta H, Hagi T, Hirano K. 1997. Chemical and physicochemical properties of hen eggs and their application in foods. Di dalam: Yamamoto T, Juneja IR, Hatta H, Kim, M. (Editor). *Hen Eggs: Their Basic and Applied Science*. Hal. 117–133. CRC Press, Washington DC.

- Hill WM, Sebring M. 1990. Desugarization of Egg Products. Di dalam: Stadelman WJ, Cotterill OJ. (Editor). *Egg Science and Technology*. Hal. 273–283. Food Products Press., New York.
- Lampert LM. 1970. *Modern Dairy Products*. Chemical Publishing Co., Inc., New York, U.S.A.
- Lechevalier V, Crogguennec T, Anton M, Nau F. 2011. Processed Egg Product. Di dalam: Nys Y, Bain M, Immerseel FV. (Editor). *Improving the Safety and Quality of Eggs and Eggs Products*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK.
- Legowo AM. 1988. Tahu susu bergizi tinggi. *Harian Wawasan*, 28 November 1988.
- Legowo AM. 2002. Peranan yoghurt sebagai makanan fungsional. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis*. 27(3): 142–150.
- Legowo AM. 2018. Pengawetan susu segar dengan system laktoperoksidase. *Food Review Indonesia*. 13(6): 50–52.
- Legowo AM, Nurwantoro CR, Purbasari C. 2003. Kadar protein, lemak, nilai pH dan mutu hedonik keju *cottage* dengan bahan dasar susu kambing dan susu sapi skim. *Buku panduan Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor, 29–30 September 2003
- Legowo AM, Soepardie K, Permatasari. 2004. Komposisi kimiawi, tingkat pengembangan dan sifat organoleptik kerupuk susu dengan bahan dasar susu asam. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. 1(1): 39–46.
- Legowo AM, Santosa U, Adnan M, Albarri AN, Nurwantoro SF. 2006. Profil asam-asam lemak yoghurt susu sapi dan susu kambing. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*, Yogyakarta, 2–3 Agustus 2006.
- Legowo AM, Mulyani S, Swastika H. 2008. Total bahan padat, kadar laktosa dan overrun es krim probiotik dengan menggunakan starter *L. casei* dan *B. bifidum*. *Prosiding Seminar Pangan Nasional PATPI*, Yogyakarta, tanggal 17 Januari 2008.
- Legowo AM, Kusrahayu, Mulyani S. 2009. *Ilmu dan Teknologi Susu*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.

- Legowo AM, Mulyani S, Azizah A. 2009. Profil kolesterol, kadar protein dan tekstur keju dengan bahan pengumpul *Mucor meihei*. Makalah Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang tanggal 20 juni 2009.
- Liu JR, Lin YY, Chen MJ, Chen LJ, Lin CW. 2005. Antioxidative activities of kefir. *Asian-Aust. Journal of Animal Science*. 18(4): 567–573.
- Maddock R. 2012. Meat and Meat Products. Di dalam Hui YH. (editor). *Meat and Meat Processing*. CRC Press, Taylor and Francis Group. Boca Raton. Florida.
- Mitsuoka T. 1993. *Yoghurt (Japanese)*. Nippon Hoso Shuppan Kyokai, Tokyo.
- Mulyani S, Nurwantoro, Maqfiroh. 2006. Prospek es krim fermentasi sebagai makanan fungsional. *Prosiding Seminar Nasional 2006*. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Mulyani S, Legowo AM, Mahanani A. 2008. Viabilitas bakteri asam laktat, keasaman dan waktu pelelehan es krim probiotik dengan menggunakan starter *L. casei* dan *B. bifidum*. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 33(2): 120–125.
- Mulyani S. 2018. Karakteristik Gelatin Kulit Kerbau (*Bubalus bubalis*) yang Diekstraksi menggunakan *Crude Acid protease* dan sifat pengemulsinya pada es krim. Disertasi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Mulyani S, Nafiatur R, Susanti S, Pramono YB. 2020. The physical and sensoris characteristic of ice cream enriched corn oil using different stabilizers. *The International Journal of Science and Technoledge*. 8(5).
- Nielsen P, Nielsen EW. 1988. Technical treatment of milk. Di dalam: *Meat Science, Milk Science and Technology*. Cross HR, Overby AJ. (Editor). Hal. 211–261. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-Tokyo.
- Overby AJ. 1988. Microbial cultures for milk processing. Di dalam: *Meat Science, Milk Science and Technology*. Cross HR, Overby AJ. (Editor). Hal. 263–273. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-Tokyo.

- Refstrup E. 1988. Concentrated and dry milk products. Di dalam: *Meat Science, Milk Science and Technology*. Cross HR, Overby AJ. (Editor.). Hal. 349–372. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-Tokyo.
- Roberts JR. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *Journal of Poultry Science*. 41: 161–177.
- Sheldon BW, Kimsey HR. 1985. The effect of cooking methods on the chemical, physical and sensory properties of hard-cooked eggs. *Poultry Science*. 64: 84–92.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1992. *SNI 01-3141-1995 tentang Syarat Mutu Susu Segar*. Dewan Standarisasi Nasional-DSN, Jakarta.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1995. *SNI 01-3950-1995 tentang Standar Mutu Susu UHT*. Dewan Standarisasi Nasional-DSN, Jakarta.
- Stadelman WJ. 1990. Hard Cook Egg. Di dalam: Stadelman WJ, Cotterill OJ. (Editor). *Egg Science and Technology*. Hal. 385–398. Food Products Press, New York.
- Surono IS. 2004. *Probiotik, Susu Fermentasi dan Kesehatan*. YAPMMI, Jakarta.
- Villa VY, Legowo AM, Bintoro VP, Al-Baarri AN. 2014. Quality of fresh bovine milk after addition of hypothiocyanite-rich-solution from lactoperoxidase system. *International Journal of Dairy Science*. 9(1): 24–31.
- Widodo. 2003. *Teknologi Proses Susu Bubuk*. Lacticia Press, Yogyakarta.

## Latihan

**Petunjuk:** Untuk memahami materi pada Bab 2 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Perlakuan penanganan susu segar yang ditujukan untuk menyeragamkan dan memperkecil ukuran globula lemak susu sehingga tidak mudah membentuk *cream layer* adalah :
  - a. Pendinginan
  - b. Termisasi
  - c. *Plate heat exchanger*
  - d. Homogenisasi
2. Proses pasteurisasi pada pengolahan susu pasteurisasi selalu diikuti oleh proses pendinginan atau penyimpanan pada suhu dingin, tujuannya adalah :
  - a. Mempercepat kematian mikroba patogen
  - b. Memperpanjang masa simpan
  - c. Menghambat pertumbuhan bakteri termofilik
  - d. Mencegah terbentuknya lapisan krim
3. Susu kental sebaiknya mempunyai kadar air maksimum sebesar :
  - a. 25%
  - b. 27%
  - c. 35%
  - d. 40%
4. Proses pengolahan susu bubuk yang menyemprotkan susu kental melalui *nozzle* dan mengubahnya menjadi partikel partikel kecil disebut proses:
  - a. Penggumpalan
  - b. Pengkabutan
  - c. Aglomerasi
  - d. Atomisasi

5. Senyawa yang ditambahkan pada proses aglomerasi susu bubuk sehingga kadar air sangat rendah dan bubuk relatif mudah larut dalam air, yaitu:
  - a. *Whey powder*
  - b. Lesitin
  - c. *Skim milk*
  - d. Bubuk krim
6. Jenis keju yang digumpalkan dengan rennet atau bahan pengumpul lain tetapi tidak mengalami proses pemeraman disebut:
  - a. Keju segar
  - b. Keju *edam*
  - c. Keju *cheddar*
  - d. Keju *mozzarella*
7. Proses pemeraman pada keju bertujuan untuk :
  - a. Mengawetkan keju
  - b. Membentuk citarasa asam
  - c. Membentuk tekstur elastis (mulur) dan lunak
  - d. Membentuk tekstur dan citarasa khas keju
8. Menurut peraturan USDA es krim sebaiknya mempunyai kadar lemak minimal sebesar :
  - a. 11%
  - b. 12%
  - c. 13%
  - d. 14%

9. Proses perubahan emulsi minyak di dalam air (*o/w*) menjadi emulsi air di dalam minyak (*w/o*) pada pengolahan mentega disebut
  - a. Termisasi
  - b. *Aging*
  - c. *Choncing*
  - d. *Churning*
10. Berdasarkan strukturnya, bagian telur yang memiliki nilai gizi protein tinggi adalah:
  - a. Cangkang
  - b. Putih telur
  - c. Kuning telur
  - d. Khalaza
11. Telur dikenal sebagai bahan pangan yang bergizi baik dan bermanfaat bagi kesehatan, karena:
  - a. Kandungan proteinnya tinggi dengan asam amino esensial lengkap
  - b. Mengandung asam lemak esensial
  - c. Tidak mengandung kolesterol
  - d. Sumber vitamin A dan D
12. Telur yang bermutu baik ditandai dengan kondisi berikut ini, kecuali:
  - a. Masih kecilnya rongga udara
  - b. Masih utuhnya cangkang
  - c. Membesarnya rongga udara
  - d. Bobot telur normal

13. Sifat-sifat fungsional telur berikut ini penting pada pengolahan produk pangan, kecuali:
  - a. Sifat membusuk
  - b. Sifat kelarutan
  - c. Sifat koagulasi
  - d. Sifat emulsi
14. Metode ini tidak dapat digunakan untuk pengawetan telur:
  - a. Perendaman telur dalam larutan NaCl
  - b. Perendaman telur dalam larutan penyamak nabati
  - c. Perendaman telur dalam water glass
  - d. Perendaman telur dalam minyak mineral
15. Telur dapat dimanfaatkan untuk bahan pembuatan produk berikut ini, kecuali:
  - a. *Mayonnaise*
  - b. *Moon cake*
  - c. *Salted egg*
  - d. *Sweetened egg*

## Tugas Mandiri (*Challenge Questions*)

1. Tulis naskah yang terkait dengan pengembangan produk olahan susu yang diperkaya probiotik. Gunakan referensi/pustaka dari jurnal internasional mutakhir (terbit 10 tahun terakhir), paling sedikit tiga buah.
2. Produk daging sapi asap merk X dipasarkan dalam kemasan plastik polipropilen 1,0 mm dan pada toko pengecer diletakkan pada *chilling case*. Proses pengolahan daging asap tersebut meliputi kyuring dengan menggunakan garam nitrit, garam, gula dan bumbu, kemudian dilakukan pengasapan menggunakan kayu *ebony*, tetapi produk tersebut mempunyai umur simpan yang pendek yaitu hanya dua bulan yang disebabkan ketengikan. Mengapa ketengikan pada produk tersebut mudah terjadi? Bagaimana cara untuk mengatasinya?

3. Produk sosis *bratwurst* yang dibuat oleh PT Sosisu merupakan produk yang diolah seperti sosis umumnya menggunakan ingredien untuk kyuring, garam fosfat, bumbu, dan tambahan pewarna angkak. Sosis ini menggunakan selongsong dari kolagen yang dapat dimakan. Masalah yang dihadapi adalah tekstur dari sosis ini tidak kompak dan mudah lepas. Apa penyebab masalah ini dan bagaimana solusinya?
4. Suatu perusahaan *nugget* ayam merek “Nuggie Nugget” menghadapi masalah di mana produk yang telah disimpan selama tiga bulan dalam *freezer* mengalami perubahan tekstur menjadi hampa dan kering. *Nugget* tersebut dibuat dari daging dada ayam giling, STPP, dan pati yang dilumuri dengan adonan cair dan tepung roti. Daging ayam giling disiapkan dengan menggiling daging ayam yang dicampur dengan serpihan es. Mengapa perubahan tekstur selama penyimpanan tersebut terjadi dan bagaimana cara untuk mengatasinya?

## Bab

# 3

# Teknologi Pengemasan dan Penyimpanan Pangan

*Nugraha E. Suyatma dan Elisa Julianti*

## 3.1 Pendahuluan

Produk pangan yang dihasilkan dari proses pengolahan diinginkan tidak mudah rusak dan memiliki umur simpan yang lebih lama, sehingga dapat didistribusikan dengan menjangkau wilayah yang luas. Oleh karena itu, produk pangan dikemas pada tahap akhir proses produksi pangan. Pengemasan tidak hanya memiliki fungsi memperpanjang umur simpan produk, tetapi juga bernilai promosi. Hal ini karena konsumen sering memilih produk dengan memperhatikan kemasannya. Produk yang sama yang dikemas dengan cara yang berbeda dapat memberikan persepsi penerimaan yang berbeda oleh konsumen.

Produk pangan umumnya disimpan sementara waktu sebelum didistribusikan. Di area distribusi, seperti di tingkat retail, produk pangan juga disimpan sebelum dibeli oleh konsumen. Kondisi penyimpanan akan memengaruhi perubahan mutu produk, sehingga penting untuk diperhatikan.

Bab 3 ini membahas secara garis besar mengenai fungsi pengemasan, jenis dan karakteristik bahan pengemasan, pelabelan pada kemasan pangan, teknik penyimpanan pangan dan prinsip penentuan umur simpan produk pangan.

## 3.2 Fungsi Kemasan

Pengemasan merupakan ilmu, seni, dan teknologi untuk menutup atau melindungi produk selama distribusi, penyimpanan, penjualan, dan pemakaian dari produsen hingga ke konsumen. Pengemasan dapat mencegah penurunan mutu serta memfasilitasi distribusi dan pemasaran. Menurut Robertson (2018) pengemasan berfungsi untuk mewadahi (*containment*), melindungi (*protection*), komunikasi (*communication*), dan memberikan kenyamanan (*convenience*).

Kemasan memiliki fungsi untuk mewadahi produk. Kemasan yang didesain dan ditutup (disegel) dengan baik dapat mewadahi isinya, mencegah kebocoran dan tercecer atau tumpah, terutama untuk butiran, cairan atau pasta. Fungsi mewadahi produk ini harus dapat dipenuhi pada setiap tahap penanganan dari mulai awal jalur pengemasan hingga ke tangan konsumen.

Kemasan dapat melindungi produk dari pengaruh lingkungan, kimia dan fisik seperti sinar ultraviolet, panas, uap air, oksigen, karbon dioksida, dan gas-gas lainnya, serta *flavor* dan aroma. Kemasan dapat menghalangi masuknya cahaya sehingga mencegah kerusakan zat gizi dan warna produk. Kemasan juga akan mencegah produk dari benturan, kontaminasi dari kotoran dan mikroba yang dapat merusak dan menurunkan mutu produk. Fungsi perlindungan dari kemasan pangan akan menjaga mutu dan konsistensi produk.

Kemasan juga dapat digunakan sebagai alat komunikasi dan informasi kepada konsumen melalui label yang terdapat pada kemasan. Fungsi ini penting untuk jatidiri produk, reputasi perusahaan, perlindungan konsumen, piranti monitor, pemenuhan legislasi produk, terhindar dari pemalsuan, serta penyediaan informasi tentang sifat alami dan nilai gizi produk, petunjuk pemakaian dan penyimpanan. Fungsi komunikasi dapat menjadi media promosi, alat penjualan sehingga sering disebut sebagai *silent salesman*. Disain kemasan yang menarik dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap keuntungan bisnis, seperti memperluas pemakaian dan pemasaran produk dan menambah daya tarik calon pembeli.

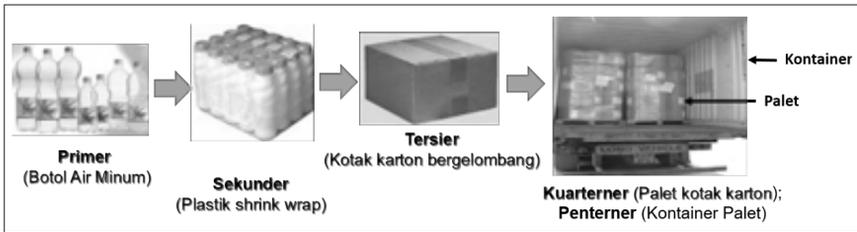
Fungsi kenyamanan juga penting untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi produsen, *transporter* dan konsumen. Kemasan dirancang untuk dapat memudahkan penanganan selama penyimpanan, pengangkutan, distribusi, *display* pemasaran, serta kemudahan untuk membuka atau menutup kembali bagi konsumen.

## 3.3 Jenis dan Karakteristik Bahan Pengemas

Kemasan harus mampu memberikan sifat melindungi bahan yang dikemasnya, sehingga pemilihan jenis kemasan yang sesuai untuk suatu produk merupakan hal penting untuk dilakukan sebelum produk tersebut dikemas. Saat ini banyak tersedia jenis kemasan pangan seperti kemasan kertas, plastik, logam, kayu serta jenis kemasan lain yang terus berkembang sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

### 3.3.1 Klasifikasi Bahan Pengemas

Berdasarkan struktur sistem kemasan yaitu ada tidaknya kontak produk dengan kemasan atau posisi kemasan terhadap produk (**Gambar 3.1**), kemasan dapat dikelompokkan menjadi kemasan primer, sekunder tersier, dan kuarterner. Kemasan primer adalah kemasan yang langsung mewadahi atau membungkus bahan pangan. Misalnya kaleng susu, botol minuman, dan bungkus tempe. Kemasan sekunder adalah kemasan yang fungsi utamanya melindungi kelompok kemasan lain, misalnya kotak karton untuk wadah susu dalam kaleng, kotak kayu untuk buah yang dibungkus, keranjang tempe dan sebagainya. Kemasan tersier dan kuartener yaitu kemasan untuk mengemas setelah kemasan primer, dan sekunder. Kemasan ini digunakan untuk pelindung selama pengangkutan. Misalnya jeruk yang sudah dibungkus, dimasukkan ke dalam kardus kemudian dimasukkan ke dalam kotak dan setelah itu ke dalam peti kemas.



Gambar 3.1 Ilustrasi kemasan primer, sekunder dan tersier

Klasifikasi kemasan lain didasarkan atas kekakuan bahan pengemas (kemasan fleksibel, kemasan semi kaku dan kemasan kaku), atau berdasarkan perlindungan terhadap lingkungan seperti kemasan hermetis, kemasan tahan suhu tinggi dan kemasan kedap cahaya. Jenis kemasan ini tergantung pada bahan kemasan yang digunakan. Pemilihan bahan pengemas tidak hanya tergantung pada kesesuaian teknis (kemampuan kemasan untuk melindungi bahan pangan untuk umur simpan yang dibutuhkan), tetapi juga ketersediaan dan biaya pengemasan.

### 3.3.2 Bahan Pengemas

Secara umum bahan pengemas dibedakan atas bahan pengemas untuk transportasi dan distribusi serta bahan pengemas untuk ritel. Kemasan untuk transportasi dan distribusi berfungsi untuk melindungi isinya selama pengangkutan dan distribusi tetapi tidak memiliki fungsi pemasaran. Contohnya karung, karton bergelombang karton (kardus), wadah yang dibungkus menyusut atau terbungkus, krat, tong atau drum. Kemasan ritel berfungsi melindungi dan mempromosikan bahan untuk penjualan eceran dan penyimpanan di rumah. Contohnya termasuk kaleng logam, gelas, botol plastik dan toples, bak plastik, pot dan nampan, tabung yang bisa dilipat, kertas karton dan kantong plastik atau kertas yang fleksibel, *sachet*, dan *overwraps*.

Pembahasan berikut menjelaskan jenis kemasan pangan yang umum digunakan, yaitu kemasan tradisional, gelas, kertas dan karton, kaleng/logam, dan plastik.

### *Kemasan Tradisional (Alami)*

Secara tradisional sejak zaman dahulu banyak bahan yang digunakan untuk kemasan pangan, baik untuk penyimpanan maupun untuk penjualan. Bahan kemasan tradisional umumnya terbuat dari bahan alami seperti daun, serat tanaman, kayu, dan kulit.

Daun secara tradisional banyak digunakan untuk membungkus produk pangan yang dimasak dan segera dikonsumsi. Daun pisang digunakan untuk mengemas keju tradisional dan permen buah. Daun jagung digunakan untuk mengemas gula merah dan dodol. Daun kelapa yang dianyam menjadi tas atau keranjang digunakan untuk mengemas buah seperti salak dan juga daging. Kemasan daun ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai produk kemasan khusus untuk pasar wisata.

Serat dari tanaman kenaf dapat digunakan untuk membuat tali dan kemudian dianyam untuk dijadikan tas dan digunakan untuk mengangkut buah-buahan yang keras. Serat kenaf juga dapat dipintal menjadi benang yang cukup halus untuk kemudian dijadikan tas atau karung yang juga dapat dimanfaatkan untuk mengangkut bahan pangan seperti biji-bijian atau tepung. Bahan tekstil lain yang digunakan adalah karung goni untuk mengemas biji-bijian, tepung, gula, dan garam. Karung dari serat tanaman bersifat fleksibel, ringan dan tahan sobek, memiliki daya tahan yang baik, dan dapat diperlakukan secara kimia agar pembusukan kemasan dapat dicegah. Permukaan karung kasar sehingga lebih mudah ditumpuk dibandingkan karung tekstil dari serat sintesis. Karung dari serat tanaman atau tekstil dapat digunakan berulang setelah dicuci serta mudah dicetak untuk menandai isinya. Kain muslin dan kain kasa (kain saring) banyak digunakan untuk menyaring pangan cair selama proses pengolahan serta untuk mengemas keju dan daging olahan.

Kemasan kayu dapat melindungi bahan dari benturan, memiliki karakteristik susunan yang baik, dan rasio berat terhadap kekuatan yang baik. Kotak kayu, nampan dan krat secara tradisional telah digunakan sebagai kemasan untuk pengiriman berbagai jenis bahan pangan seperti buah-buahan, sayuran dan produk roti. Peti kayu untuk teh merupakan

kemasan teh yang murah dan banyak digunakan. Kelemahan kemasan kayu adalah harganya lebih mahal, sulit dibersihkan sehingga tidak bisa dipakai berulang, dan berisiko mencemari bahan pangan dengan serpihannya. Tong kayu secara tradisional digunakan sebagai wadah pengiriman untuk berbagai pangan cair, termasuk minyak goreng, anggur, bir, dan jus. Tong kayu masih terus digunakan untuk minuman anggur karena senyawa aroma dari kayu meningkatkan mutu produk, tetapi dalam aplikasi lain telah digantikan oleh aluminium, baja berlapis atau plastik.

Kemasan kulit yang terbuat dari kulit kambing, unta, atau babi secara tradisional telah digunakan sebagai wadah yang fleksibel, ringan, dan tidak mudah pecah untuk air, susu dan anggur. Tepung tapioka dan gula juga dikemas dalam wadah kulit, tetapi saat ini sudah jarang digunakan.

### *Kemasan Gelas*

Kemasan gelas merupakan bahan kemasan tertua dan hingga saat ini masih merupakan salah satu jenis kemasan pangan yang penting. Penggunaan wadah gelas untuk pangan diyakini telah dimulai sekitar 3000 SM (Robertson 2013), tetapi wadah gelas dalam bentuk botol dikenalkan oleh seorang dokter untuk sistem distribusi susu segar yang bersih dan aman pada tahun 1884. Mekanisasi pembuatan botol gelas besar-besaran pertama kali tahun 1892. Wadah gelas terus berkembang hingga saat ini, mulai dari bejana sederhana hingga berbagai bentuk yang sangat menarik.

Bahan baku pembuatan gelas terdiri atas bahan pembentuk gelas, bahan antara, dan bahan pelengkap. Bahan pembentuk gelas (*glass former*) yang mempunyai sifat membentuk gelas, yaitu soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan batu kapur ( $\text{CaO}$ ). Bahan antara (*intermediate*) yang mempunyai sifat pembentuk gelas, tetapi tidak mutlak, yaitu pecahan gelas yang disebut *cullet* (*calcin*) untuk memudahkan peleburan. *Cullet* ditambahkan sebanyak 15–20%. Bahan pelengkap (*modifier*) yang tidak mempunyai sifat membentuk gelas, yaitu  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan boraksida ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ), titanium dan zirconium untuk meningkatkan ketahanan dan kekerasan gelas, borax oksida pada gelas boroksilikat seperti pyrex berfungsi agar gelas lebih tahan pada suhu tinggi, serta  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  atau  $\text{As}_2\text{O}_3$  untuk menghaluskan dan menjernihkan.

Sebagai bahan kemasan, gelas mempunyai kelebihan dan kelemahan. Kelebihan kemasan gelas sebagai berikut: (1) Kedap terhadap air, gas, bau-bauan dan mikroorganisme, (2) *Inert* dan tidak dapat bereaksi atau bermigrasi ke dalam bahan pangan, (3) Kecepatan pengisian hampir sama dengan kemasan kaleng; (4) Sesuai untuk produk yang mengalami pemanasan dan penutupan secara hermetis; (5) Dapat didaur ulang; (6) Dapat ditutup kembali setelah dibuka; (7) Transparan sehingga isinya dapat diperlihatkan dan dapat dihias; (8) Dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk dan warna; (9) Memberikan nilai tambah bagi produk; dan (10) Kaku (*rigid*), kuat dan dapat ditumpuk tanpa mengalami kerusakan.

Kemasan gelas memiliki kelemahan, yaitu berat sehingga biaya transportasi mahal, mudah terhadap pecah dan mempunyai *thermal shock* yang rendah, dimensinya bervariasi, dan berpotensi menimbulkan bahaya yaitu dari pecahan kaca. Sifat gelas yang tidak berbau dan secara kimia tidak bereaksi dengan bahan pangan, kedap terhadap gas dan uap air, menyebabkan kemasan gelas dapat mempertahankan kesegaran produk untuk jangka waktu yang lama tanpa mengubah rasanya. Sifat gelas yang tahan terhadap suhu tinggi menyebabkan kaca dapat dipakai untuk sterilisasi pangan berasam rendah. Sifat transparannya memungkinkan konsumen untuk dapat melihat produk tanpa harus membuka penutupnya. Kemasan gelas atau kaca banyak digunakan untuk mengemas produk pangan, seperti sari buah, minuman beralkohol, selai, jeli, dan sebagainya.

Kemasan gelas yang digunakan untuk bahan pangan umumnya permukaannya dilapisi agar mudah melewati jalur produksi dan tidak menimbulkan goresan atau abrasi, serta meningkatkan kekuatan gelas. Penambahan bahan yang dapat meningkatkan ketahanan dan kekerasan gelas memungkinkan produsen menggunakan gelas yang tipis sehingga mengurangi berat dan dapat digunakan untuk kemasan transportasi.

### *Kemasan Kertas dan Karton*

Kemasan kertas merupakan kemasan fleksibel yang pertama sebelum ditemukannya plastik dan aluminium foil. Saat ini kemasan kertas masih banyak digunakan dan mampu bersaing dengan kemasan lain, seperti

plastik dan logam karena harganya yang murah, mudah diperoleh dan penggunaannya yang luas. Selain sebagai kemasan, kertas juga berfungsi sebagai media komunikator dan media cetak. Keunggulan kemasan kertas adalah harganya yang murah dan mudah diperoleh, proses pengemasannya sederhana dan tidak rumit, serta mudah untuk dicetak. Kelemahan kemasan kertas untuk mengemas bahan pangan adalah sifatnya yang sensitif terhadap air dan mudah dipengaruhi oleh kelembapan udara lingkungan.

Kertas dan karton dibuat dari bubur kayu dan bahan aditif untuk memberikan sifat khusus pada kemasan, yaitu berupa bahan pengisi seperti tanah liat China, untuk meningkatkan kecerahan kertas dan kehalusan permukaan, serta kemampuan cetak, bahan pengikat (*binder*) seperti pati dan gum nabati, resin sintesis atau lilin untuk mengurangi penetrasi air atau tinta cetak ke dalam kertas, serta pewarna untuk mewarnai kertas.

Jenis kemasan kertas dan karton dapat dibedakan menjadi kertas sulfat dan kertas sulfit. Kertas sulfat yang kuat digunakan sebagai karung kertas satu lapis atau multi lapis untuk kemasan tepung, gula, buah-buahan dan sayuran. Kertas sulfit yang lebih ringan dan lemah biasanya digunakan untuk membungkus makanan ringan, dan sering dilaminasi bagian dalamnya dengan plastik untuk digunakan sebagai kemasan biskuit. Beberapa jenis kemasan kertas dan karton yang sering digunakan adalah kertas kraft, kertas tahan panas, kertas tisu, kertas perkamen, kertas karton, *chipboard*, karton bergelombang, dan kertas yang dilaminasi sebagai berikut:

### *Kertas kraft*

Kertas *kraft* adalah kertas yang diproses dengan perlakuan sulfat. Kertas *kraft* tersedia dalam beberapa bentuk, yaitu coklat alami, kertas yang tidak diputihkan (*unbleached*), dan yang diputihkan (*bleached white*). *Kraft natural* merupakan kertas *kraft* yang paling kuat dan umumnya digunakan untuk kantong atau pembungkus, juga untuk kemasan tepung, gula, buah dan sayuran kering.

### *Kertas tahan panas*

Kertas tahan panas (*greaseproof paper*) adalah kertas sulfit yang dibuat tahan terhadap minyak dan lemak digunakan sebagai kemasan produk daging dan susu, serta produk makanan ringan, *cookies*, dan *candy bar*. *Glassine* adalah kertas sulfat yang tahan panas, dan biasanya diberi bahan pengkilap agar tahan terhadap air saat kering. Namun, jika basah kertas ini akan kehilangan kekuatannya. Kertas *glassine* digunakan untuk pelapis pada biskuit, margarin, pangan siap saji, dan pangan yang dipanggang.

### *Kertas tisu*

Kertas tisu adalah kertas lunak yang digunakan untuk melindungi buah dari debu dan memar. Kertas dapat dilapisi dengan lilin. Namun, karena lilin bersifat mudah rusak, maka biasanya dilapisi lagi dengan kertas dan/atau plastik polietilen setelah pelilinan. Kemasan ini biasa digunakan untuk kemasan roti atau produk sereal.

### *Kertas perkamen*

Kertas perkamen dibuat dengan cara melewati *pulp* pada bahan asam, sehingga selulosa akan dimodifikasi menjadi lebih halus serta tahan air dan minyak. Kertas perkamen memiliki kekuatan yang lebih tinggi saat basah, tetapi tidak dapat menghalangi masuknya udara dan uap air, serta tidak bisa disegel. Kertas perkamen digunakan untuk mengemas lemak seperti mentega dan lemak hewan.

### *Kotak karton*

Kotak karton (*paperboard*) adalah istilah yang mencakup karton, *chipboard* papan serat bergelombang (*corrugated paper*) atau papan serat padat. Biasanya kertas karton memiliki struktur sebagai berikut: (1) Lapisan atas berupa bahan putih untuk memberikan kekuatan permukaan dan kemampuan untuk dicetak; (2) Lapisan tengah bahan abu-abu/cokelat; (3) Lapisan bawah berupa bahan putih untuk menutupi warna dari lapisan tengah; dan (4) Lapisan belakang jika diperlukan kekuatan atau kemampuan dicetak. Semua lapisan ini direkatkan dengan perekat menjadi satu kesatuan.

Kotak karton berwarna putih cocok untuk mengemas bahan pangan dan dapat dijadikan kemasan yang kontak langsung dengan bahan pangan. Kemasan ini sering dilapisi dengan lilin atau dilaminasi dengan plastik untuk membuatnya tahan panas.

### *Chipboard*

*Chipboard* terbuat dari kertas daur ulang dan digunakan sebagai kemasan sekunder atau tersier untuk teh atau sereal sehingga tidak bersentuhan langsung dengan pangan yang dikemasnya. Jenis kemasan kertas lain adalah nampan kertas karton untuk telur, buah, daging, atau ikan. Kemasan kertas karton yang dibentuk seperti kemasan kaleng digunakan untuk mengemas produk *snack*, permen, kacang-kacangan, garam, bubuk kakao, dan rempah-rempah. Kemasan kertas karton berbentuk kaleng dengan ukuran yang lebih besar dan dilapisi dengan polietilen, dan digunakan sebagai alternatif yang lebih murah dari kemasan kaleng yang dibuat dari logam untuk mengemas produk minyak, selai kacang, dan saus.

### *Karton bergelombang*

Karton bergelombang (*corrugated paper*) dapat mencegah kerusakan akibat benturan dan tekanan sehingga digunakan untuk kemasan saat transportasi. Kerutan atau gelombang dengan ukuran yang kecil tetapi jumlahnya lebih banyak menghasilkan kotak yang kaku, sedangkan kerutan yang lebih besar atau bergelombang memberikan sifat perlindungan dan tahan terhadap kerusakan. Kemasan kotak karton bergelombang ini digunakan sebagai kemasan untuk pengiriman atau kemasan sekunder untuk pangan yang kemasan primernya berupa kemasan kaleng atau plastik. Pangan basah seperti daging curah dingin, produk susu dan pangan beku dapat dikemas dengan melapisi karton bergelombang dengan polietilen atau dilaminasi dengan kemas tahan lemak berlapis lilin dan polietilen.

### *Kertas yang dilaminasi*

Kertas yang dilaminasi adalah kertas yang dilapisi atau tidak dilapisi menggunakan *pulp* kraft dan sulfit. Kertas ini dilaminasi dengan plastik atau aluminium untuk meningkatkan ketahanannya terhadap panas dan untuk meningkatkan sifat penghalang terhadap gas dan uap air. Namun proses laminasi meningkatkan biaya kertas. Kertas laminasi digunakan untuk mengemas produk kering seperti sup, rempah-rempah, dan makanan ringan.

### *Kemasan Kaleng/Logam*

Logam merupakan bahan kemasan yang mampu memberikan perlindungan fisik dan sifat penghalang yang sangat baik, mudah dibentuk, didekorasi, dan didaur ulang, serta mudah diterima oleh konsumen. Jenis logam yang paling banyak digunakan dalam kemasan adalah aluminium dan baja (*steel*).

### *Aluminium*

Aluminium biasanya digunakan untuk membuat kaleng, foil, dan dilaminasi dengan kertas atau plastik. Aluminium merupakan logam yang ringan, berwarna putih perak dan berasal dari bijih bauksit yang berikatan dengan oksigen sebagai alumina. Magnesium dan mangan sering ditambahkan ke aluminium untuk meningkatkan sifat kekuatannya (Page *et al.* 2003). Aluminium sangat tahan terhadap korosi, karena lapisan alami dari aluminium oksida merupakan penghalang terhadap udara, suhu, uap air, dan reaksi kimia lain. Kelebihan aluminium adalah kedap terhadap uap air, udara, bau, dan mikroorganisme, serta ringan dan memiliki fleksibilitas permukaan yang baik, sehingga mudah dibentuk dan didaur ulang. Aluminium digunakan untuk kemasan minuman ringan, pakan, dan makanan laut. Kelemahan aluminium adalah biayanya yang tinggi dibandingkan dengan logam lain (seperti baja) dan ketidakmampuannya untuk dibasahi sehingga aluminium hanya cocok untuk wadah yang mulus.

### *Aluminium foil*

Aluminium foil dibuat dengan menggulung aluminium murni menjadi lembaran yang sangat tipis, diikuti oleh proses pemanasan (*annealing*) untuk mencapai sifat mati-lipat (lipatan atau lipatan yang dibuat dalam film akan tetap di tempat), yang memungkinkannya terlipat dengan erat. Aluminium foil tersedia dalam berbagai ketebalan. Aluminium foil yang lebih tipis digunakan untuk membungkus makanan dan foil yang tebal digunakan untuk nampan. Aluminium foil memberikan penghalang yang baik untuk uap air, udara, bau, cahaya, dan mikroorganisme. Aluminium foil juga bersifat *inert* terhadap pangan asam, sehingga tidak membutuhkan pernis atau perlindungan lainnya.

### *Kemasan film yang dilaminasi dan dimetalisasi*

Kemasan ini merupakan kemasan yang mengikat aluminium foil dengan kertas atau film plastik sehingga meningkatkan sifat penghalang. Meskipun laminasi ke plastik memungkinkan dilakukan penyegelan (*sealing*) dalam kondisi panas, tetapi segel tidak sepenuhnya dapat menghalangi uap air dan udara. Aluminium yang dilaminasi relatif mahal, sehingga biasanya digunakan untuk mengemas pangan bernilai tinggi seperti sup kering, bumbu, dan rempah-rempah. Alternatif yang lebih murah untuk kemasan laminasi adalah film yang dimetalisasi (*metalized film*), yaitu film plastik yang dicetak dan diberi lapisan logam aluminium (Fellows and Axtell 2002). Film yang dimetalisasi ini dapat meningkatkan sifat penghalang terhadap uap air, minyak, udara, dan bau, dan permukaan aluminium yang reflektif menjadikannya menarik bagi konsumen. Film yang dimetalisasi lebih fleksibel daripada film laminasi, sehingga dapat digunakan untuk mengemas makanan ringan.

### *Tin plate (kemasan pelat timah)*

*Tin plate* atau kemasan pelat timah dibuat dari pelapisan baja rendah karbon (pelat hitam) dengan timah dengan cara mencelupkan lembaran baja dalam timah yang sudah dilelehkan dengan panas atau dengan cara deposisi-elektro timah pada lembaran baja (pelat elektrolit). Adanya timah menjadikan baja lebih tahan terhadap korosi, namun *tin plate* sering dipernis

untuk memberikan sifat *inert* antara logam dan produk pangan. Bahan pernis yang umum digunakan adalah epoksi fenolik, oleoresinous dan resin vinil. Kelebihan *tin plate* sebagai kemasan adalah kedap terhadap gas, uap air dan bau, ringan dan dapat dipanaskan, sehingga *tin plate* cocok untuk kemasan yang harus disegel dengan panas dan produk yang disterilisasi. Kaleng dengan lapisan timah yang tebal digunakan untuk mengalengkan bahan pangan yang mempunyai daya korosif lebih tinggi. Tetapi kekurangannya adalah terjadi penyimpangan warna permukaan *tin plate* karena bereaksi dengan pangan yang mengandung sulfur, yang disebut dengan *sulphurstaining/feathering* (terbentuknya noda sulfur pada permukaan *tin plate*). Kekurangan ini dapat diatasi dengan proses *lacquering* dan pasivitasi yaitu melapisi *tin plate* dengan lapisan krom setebal 1–2 mg/m<sup>2</sup>.

Proses *lacquering* dan pasivitasi dapat memperpanjang daya simpan *tin plate* dan mencegah terjadinya *sulphur staining*. Masalah dalam penggunaan kemasan *tin plate* sebagai bahan kemasan pangan adalah terjadinya migrasi (perpindahan) logam berat yaitu timbal (Pb) dan timah (Sn) dari kaleng ke dalam pangan yang dikemas. Batas maksimum timah yang diperbolehkan dalam bahan pangan adalah 200 mg/kg pangan. Untuk mencegah terjadinya kontak langsung antara kaleng pengemas dengan bahan pangan yang dikemas, maka kaleng *tin plate* harus diberi pelapis yang disebut dengan enamel. Interaksi antara bahan pangan dengan kemasan ini dapat menimbulkan korosi yang menghasilkan warna serta *flavor* yang tidak diinginkan, seperti terbentuknya warna hitam yang disebabkan oleh reaksi antara besi atau timah dengan sulfida pada pangan berasam rendah (berprotein tinggi).

### *Baja bebas timah*

Baja bebas *timah* (*tin-free steel*) disebut juga kromium elektrolit yaitu lembaran baja yang dilapisi kromium secara elektrik, sehingga terbentuk khromium oksida di seluruh permukaannya. Jenis ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu harganya murah karena tidak menggunakan timah putih, dan daya adhesinya terhadap bahan organik baik, mudah dibentuk, dan kekuatannya baik. Tetapi kelemahannya peluang untuk berkarat lebih tinggi, sehingga harus diberi lapisan pada kedua belah permukaannya (permukaan

dalam dan luar). Baja bebas timah digunakan untuk membuat kaleng, ujung kaleng, baki, tutup botol, dan penutup. Selain itu, baja bebas timah juga dapat digunakan untuk membuat wadah besar (seperti drum) untuk penjualan dan penyimpanan bahan atau barang jadi secara masal (Fellows dan Axtell 2002).

### *Kemasan Plastik*

Plastik berasal dari minyak dan gas bumi yang merupakan kelompok polimer. Plastik dibuat dengan cara polimerisasi kondensasi (*polycondensation*) atau polimerisasi adisi (*polyaddition*) unit monomer. Dalam polikondensasi, rantai polimer terbentuk melalui reaksi kondensasi antar molekul dan disertai dengan pembentukan produk samping dengan berat molekul rendah seperti air dan metanol. Polikondensasi melibatkan monomer dengan setidaknya dua gugus fungsional seperti alkohol, amina, atau gugus karboksilat. Dalam poliadisi, rantai polimer terbentuk melalui reaksi adisi, di mana dua atau lebih molekul bergabung membentuk molekul yang lebih besar tanpa pembebasan produk sampingan. Poliadisi melibatkan monomer tak jenuh, yaitu ikatan rangkap dua atau tiga diputus untuk berikatan dengan rantai monomer.

Keuntungan plastik sebagai kemasan pangan adalah dapat dicetak dan dibuat menjadi lembaran, dengan disain bentuk dan struktur yang fleksibel, resisten secara kimia, murah dan ringan. Kelemahan plastik adalah permeabilitasnya yang bervariasi terhadap cahaya, gas, uap, dan molekul dengan berat molekul rendah.

Berbagai jenis plastik kemasan untuk pangan antara lain poliolefin, poliester, polivinil klorida, polivinilidena klorida, polistirena, poliamida, dan etilena vinil alkohol. Meskipun lebih dari 30 jenis plastik telah digunakan sebagai bahan kemasan (Lau dan Wong 2000), poliolefin dan poliester adalah jenis yang paling umum digunakan.

### *Poliolefin*

Poliolefin adalah istilah yang digunakan untuk kelompok polietilen dan polipropilen, yaitu jenis plastik yang paling banyak digunakan dalam kemasan pangan, dan polimer olefin lainnya yang kurang populer. Polietilen

dan polipropilen memiliki sifat yang baik dalam hal fleksibilitas, stabilitas dan ketahanan terhadap uap air dan bahan kimia, serta kemudahannya dalam proses pembentukan dan dapat didaur ulang.

### *Polietilen*

Polietilen merupakan plastik paling sederhana dan paling murah yang dibuat dengan poliadisi etilen, terdiri atas polietilen densitas tinggi dan densitas rendah. Polietilen densitas tinggi atau *high density polyethylene* (HDPE) bersifat kaku, kuat, tahan terhadap bahan kimia dan uap air, permeabel terhadap gas, mudah diproses, dan mudah dibentuk. HDPE digunakan untuk botol susu, jus, dan air, kotak sereal, kemasan margarin, dan kantong tas belanjaan, sampah, atau ritel. Polietilen densitas rendah atau *low density polyethylene* (LDPE) bersifat fleksibel, kuat, mudah disegel, dan tahan terhadap uap air. LDPE relatif transparan sehingga digunakan dalam aplikasi film dan dalam aplikasi di mana penyegelanan panas diperlukan, seperti kantong untuk roti dan pangan beku, tutup fleksibel, dan botol pangan yang bisa ditekan untuk mengeluarkan isinya (contoh botol saus). Kantong polietilen kadang-kadang digunakan kembali baik untuk bahan pangan dan maupun non pangan. Kemasan HDPE terutama botol susu merupakan kemasan yang paling sering didaur ulang.

### *Polipropilen*

Polipropilen bersifat lebih keras, lebih padat, dan lebih transparan daripada polietilen, serta memiliki ketahanan yang baik terhadap bahan kimia dan efektif dalam mencegah uap air. Titik leburnya yang tinggi (160°C) membuatnya cocok untuk diaplikasikan pada produk yang memerlukan pemanasan, seperti pengemasan panas dan *microwave*. Polipropilen banyak digunakan untuk kemasan yoghurt dan margarin. Polipropilen yang dikombinasikan dengan penghalang oksigen seperti etilena alkohol atau polivinilidena klorida, memberikan kekuatan dan penghambatan terhadap uap air pada botol saus dan saus salad.

### *Poliester*

Poliester adalah polimer kondensasi yang terbentuk dari monomer ester yang merupakan hasil dari reaksi antara asam karboksilat dan alkohol. Contoh poliester adalah polietilen tereftalat (PET atau PETE), polikarbonat, dan polietilen naptalat (PEN). Jenis poliester yang umum digunakan dalam kemasan pangan adalah PET, yang dibentuk dari hasil reaksi asam tereftalat dengan etilen glikol. PET merupakan penghalang yang baik untuk gas (oksigen dan karbon dioksida) serta uap air, memiliki daya tahan yang baik terhadap panas, pelarut, dan asam, tetapi tidak untuk basa. PET merupakan bahan kemasan yang paling banyak digunakan untuk produk pangan, terutama minuman dan air mineral.

Penggunaan PET untuk pembuatan botol plastik minuman berkarbonasi terus meningkat (Van Willige *et al.* 2002), karena sifatnya yang transparan, penghalang gas yang baik untuk retensi karbonasi, bobot ringan, dan ketahanan pecah. Aplikasi utama kemasan PET adalah sebagai kemasan (botol, toples, dan *tube*), lembaran *semirigid* untuk wadah yang dibentuk dengan panas (*thermoforming*), dan film yang tipis (kantong pembungkus untuk makanan ringan).

### *Polikarbonat*

Polikarbonat dibentuk dari polimerisasi garam natrium dari asam bisphenol dengan karbonil diklorida (fosgen). Kemasan polikarbonat bersifat bening, tahan panas, dan tahan lama, sehingga digunakan sebagai pengganti gelas pada pembuatan botol air isi ulang atau botol susu bayi. Pencucian kemasan polikarbonat dengan deterjen seperti natrium hipoklorit tidak dianjurkan karena dapat mengkatalisis pelepasan bisphenol A yang berbahaya bagi kesehatan (vom Saal dan Hughes 2005).

### *Polietilen naftalat*

Polietilen naftalat (PEN) adalah polimer kondensasi dimetil naftalen dikarboksilat dan etilen glikol, dan merupakan jenis baru dari kelompok poliester. PEN memiliki suhu transisi gelas yang tinggi, serta sifat penghalang terhadap karbon dioksida, oksigen, dan uap air yang lebih baik dari PET. PEN

digunakan pada proses dengan suhu tinggi, memungkinkan untuk produk dengan proses pengisian panas, *rewashing*, dan digunakan kembali. Namun, PEN memiliki harga yang 3–4 kali lebih mahal dari PET. Kemasan PEN memberikan perlindungan terhadap transfer rasa dan bau sehingga sesuai untuk pembuatan botol minuman seperti bir.

### *Polivinil klorida*

Polivinil klorida (PVC) merupakan polimer adisi dari vinil klorida, dengan karakteristik berat, kaku, kekuatan sedang hingga tinggi, amorf, dan ransparan. PVC memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap bahan kimia (asam dan basa), lemak dan minyak; karakteristik aliran yang baik; dan sifat listrik yang stabil. PVC terutama digunakan dalam aplikasi medis dan bahan non pangan, sedangkan penggunaannya dalam pangan hanya untuk botol dan film kemasan. Sifat PVC yang *termoform*, menyebabkan PVC lembaran banyak digunakan untuk kemasan blister pada produk daging dan kemasan farmasi.

PVC dapat diubah menjadi lebih fleksibel dengan penambahan plasticizer seperti ftalat, adipat, sitrat, dan fosfat. Ftalat digunakan untuk aplikasi non pangan seperti kosmetik, mainan, dan alat kesehatan. Saat ini penggunaan ftalat pada produk seperti mainan anak dilarang karena masalah keamanan (FDA 2002; Shea 2003). Oleh karena itu, ftalat tidak boleh digunakan dalam kemasan pangan di Amerika Serikat (HHS 2005), dan sebagai gantinya digunakan adipat. Contoh *di-(2-ethylhexyl) adipate* (DEHA) digunakan untuk pembuatan *cling wrap*. Plasticizer alternatif ini juga berpotensi untuk bermigrasi ke dalam makanan tetapi pada tingkat yang lebih rendah dari ftalat. Kadar DEHA yang rendah tidak menunjukkan toksisitas pada hewan. PVC juga sulit didaur ulang dan jika dibakar dapat menimbulkan masalah lingkungan karena kandungan klorinnya.

### *Polivinilidena klorida*

Polivinilidena klorida (PvDC) adalah polimer adisi vinilidena klorida, yang bersifat dapat disegel pada kondisi panas dan berfungsi sebagai penghalang yang baik untuk uap air, gas, serta lemak dan minyak. PvDC digunakan

sebagai kemasan film monolayer yang fleksibel, pelapis, atau bagian dari produk yang dikoekstrusi. Aplikasi utama PvDC adalah untuk pengemasan produk unggas, daging, keju, makanan ringan, teh, kopi, dan lain-lain. PvDC juga digunakan dalam pengisian panas (*hot filling*), *retorting*, penyimpanan suhu rendah, dan pengemasan atmosfer termodifikasi. PvDC mengandung klorin dua kali lebih banyak dari PVC sehingga juga menimbulkan masalah dengan insinerasi (pembakaran sampah).

### *Polistiren*

Polistiren adalah polimer adisi dari stiren, memiliki karakteristik bening, keras, dan rapuh dengan titik leleh yang relatif rendah. Polistiren dapat diekstrusi, atau dikoekstrusi dengan plastik lain, dibentuk dengan sistem injeksi, atau busa untuk menghasilkan berbagai produk. Pembentukan dengan sistem busa (*foam*) menghasilkan bahan yang berwarna buram, kaku, dan ringan dengan perlindungan terhadap panas yang tinggi dan bersifat sebagai isolator. Aplikasi polistiren misalnya pada karton telur, wadah, alat makan plastik sekali pakai, tutup gelas, piring, botol, dan baki makanan, serta untuk kemasan non pangan. Polistiren dapat didaur ulang atau dibakar.

### *Poliamida*

Poliamida dikenal sebagai nilon (nama merek untuk berbagai produk yang diproduksi oleh DuPont), dan awalnya digunakan dalam tekstil. Poliamida dibentuk dari reaksi kondensasi antara diamin dan diasid yang dihubungkan dengan ikatan amida. Berbagai jenis poliamida dibedakan atas jumlah karbon dalam monomernya. Misalnya, nilon-6 memiliki 6 karbon dan biasanya digunakan dalam kemasan, memiliki sifat mekanik dan termal mirip dengan PETE. Nilon juga tahan terhadap senyawa kimia, kuat dan memiliki permeabilitas terhadap gas yang rendah.

### *Etilena vinil alkohol*

Etilena vinil alkohol (EVOH) adalah kopolimer etilena dan vinil alkohol. EVOH merupakan penghalang yang baik untuk minyak, lemak, dan oksigen, tetapi sensitif terhadap uap air. Oleh karena itu EVOH umumnya digunakan dalam film koekstrusi multilapis sehingga tidak bersentuhan langsung dengan cairan.

### *Laminasi dan koekstrusi*

Bahan plastik dapat diproduksi baik sebagai film tunggal atau sebagai kombinasi lebih dari satu plastik. Ada dua cara menggabungkan plastik yaitu dengan laminasi dan koekstrusi. Laminasi melibatkan pengikatan dua plastik atau lebih atau pengikatan plastik dengan bahan lain seperti kertas atau aluminium (Kirwan dan Strawbridge 2003). Pada koekstrusi, dua atau lebih lapisan plastik digabungkan selama pembuatan film dengan alat *co-extruder*. Proses ini lebih cepat karena hanya terdiri atas satu tahapan proses, tetapi membutuhkan bahan yang memiliki karakteristik termal yang memungkinkan untuk diekstrusi dengan *extruder* secara terpisah dan selanjutnya digabungkan saat proses pembentukan. Bahan yang dikoekstrusi dan dilaminasi sulit didaur ulang karena menggunakan gabungan beberapa bahan.

### *Edible Film*

*Edible film* adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen pangan yang berfungsi sebagai penghambat transfer massa (misalnya kelembapan, oksigen, lemak dan zat terlarut) dan atau sebagai *carrier* bahan pangan atau aditif dan atau untuk meningkatkan penanganan pangan (Krochta 1992).

Penggunaan *edible film* untuk pengemasan produk pangan seperti sosis, buah-buahan dan sayuran segar dapat memperlambat penurunan mutu, karena *edible film* dapat berfungsi sebagai penahan difusi gas oksigen, karbondioksida dan uap air serta komponen *flavor*, sehingga mampu menciptakan kondisi atmosfer internal yang sesuai dengan kebutuhan produk yang dikemas. Keuntungan penggunaan *edible film* untuk kemasan bahan

pangan adalah dapat memperpanjang umur simpan produk serta tidak mencemari lingkungan karena *edibel film* ini dapat dimakan bersama produk yang dikemasnya. *Edible film* dibuat dari biopolimer, yaitu polimer dari hasil pertanian. Bahan polimer diperoleh secara murni dari hasil pertanian dalam bentuk tepung, pati atau isolat. Komponen polimer hasil pertanian ini adalah polipeptida (protein), polisakarida (karbohidrat) dan lipida. Ketiganya mempunyai sifat termoplastik, sehingga mempunyai potensi untuk dibentuk atau dicetak sebagai film kemasan. Keunggulan polimer hasil pertanian adalah bahannya yang berasal dari sumber yang terbarukan (*renewable*) dan dapat dihancurkan secara alami (*biodegradable*).

### 3.4 Teknik Pengemasan Pangan

Perubahan gaya hidup serta peningkatan permintaan untuk kemasan pangan yang menawarkan kemudahan dan menyediakan pangan dengan mutu yang tinggi, menyebabkan teknik pengemasan pangan terus mengalami perkembangan, seperti kemasan aseptis, kemasan yang sesuai untuk transportasi, pascapanen serta peralatan rumah tangga seperti *refrigerator*, *freezer* dan *microwave*. Hal lain yang juga harus diperhatikan adalah masalah lingkungan terkait bahan kemasan dan proses pengemasan.

#### 3.4.1 Teknik Pengemasan Manual

Teknik pengemasan manual merupakan teknik yang umum digunakan, yaitu pengemasan dengan menggunakan tenaga manusia secara langsung atau dengan mesin secara manual dengan bantuan tenaga manusia. Teknik pengemasan manual dapat melindungi produk dari kerusakan fisik berupa getaran, gesekan, dan benturan. Teknik ini mudah dan murah, tetapi membutuhkan waktu yang lebih lama. Teknik pengemasan manual cocok untuk industri kecil dengan skala produksi kecil dan menggunakan sistem *batch*.

### 3.4.2 Pengemasan Vakum

Pengemasan vakum digunakan untuk produk pangan agar masa simpannya dapat diperpanjang. Produk dikemas dengan cara mengeluarkan udara dari kemasan, terutama gas oksigen, untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang aerob dan mencegah kerusakan oksidatif. Umur simpan bahan yang dikemas dengan teknik pengemasan vakum sangat dipengaruhi oleh permeabilitas oksigen dari bahan kemasannya. Bahan plastik kemasan vakum harus kedap terhadap oksigen sehingga umumnya terbuat dari laminasi nylon/PE, PVDC/PE, atau PP/Alufoil/ PE. Untuk produk pangan dengan  $a_w$  tinggi ( $>0,85$ ) dan keasaman rendah ( $pH > 4,5$ ) yang dikemas vakum dan tanpa melalui proses sterilisasi harus dikombinasikan dengan penyimpanan pada suhu dingin/beku agar terhindar dari pertumbuhan bakteri *Clostridium botulinum* yang dapat memproduksi racun botulin.

### 3.4.3 Kemasan Aseptis

Pengemasan aseptis adalah suatu cara pengemasan bahan di dalam suatu wadah yang memenuhi empat persyaratan, yaitu produk harus steril, wadah pengemas harus steril, lingkungan tempat pengisian produk ke dalam wadah harus steril, dan wadah pengepak yang digunakan harus rapat untuk mencegah kontaminasi kembali selama penyimpanan.

Prinsip pengemasan aseptis adalah baik bahan pangan yang dikemas maupun bahan kemasan harus bebas dari mikroorganisme perusak ketika bahan pangan tersebut dikemas, sehingga produk pangan yang dikemas merupakan produk yang steril. Hal ini berarti kemasan harus bebas dari mikroorganisme patogen dan toksin, dan mikroorganisme penyebab kerusakan tidak dapat berkembang. Jika kondisi ini sudah diterapkan, maka bahan pangan akan aman untuk disimpan pada suhu ruang dalam jangka waktu yang lebih lama.

Penggunaan pengemasan aseptik dimulai tahun 1917 di mana dikembangkan suatu paten mengenai cara pengalengan aseptik. Produk kemasan aseptis diperkenalkan pada tahun 1919 dalam pameran susu di London. Pada saat itu konsumen belum siap menerima produk seperti ini.

Penggunaan kemasan aseptis baru mulai berkembang setelah Perang Dunia II dan berkembang dengan pesat dalam tahun 1962, yaitu saat diperkenalkan mesin pengemasan aseptis untuk bahan pengemas fleksibel.

Sistem pengemasan aseptis digunakan untuk mengemas berbagai macam produk pangan dan obat-obatan. Dalam pengawetan bahan pangan, pengemasan aseptis banyak digunakan untuk pengawetan pangan cair terutama susu dan sari buah yang mengandung asam rendah.

### 3.4.4 Pengemasan dengan *Gas Inert*

Prinsip kerja pengemasan ini adalah dengan memasukkan gas *inert* ke dalam pengemas sehingga dapat mencegah kerusakan pada bahan. Cara kerjanya adalah ujung kemasan dari bahan yang sudah dikemas dimasukkan ke alat pengemas gas bertekanan, kemudian gas dialirkan masuk ke dalam bahan pangan, dan pada saat bersamaan alat penutup (*sealer*) diturunkan. Kemasan berbentuk gembung karena adanya gas di dalamnya. Gas oksigen yang dapat merusak bahan karena menyebabkan proses oksidasi dan juga menjadi pemicu tumbuhnya mikroorganisme yang aerob digantikan dengan gas *inert* seperti nitrogen sehingga produk pangan lebih awet. Bentuk kemasan yang gembung juga dapat memberikan perlindungan pada produk dari kerusakan mekanis seperti tekanan, jatuhnya dan benturan.

### 3.4.5 Kemasan Atmosfir Termodifikasi

Pengemasan atmosfer termodifikasi atau *modified atmosphere packaging* (MAP) adalah pengemasan produk dengan bahan kemasan yang dapat menahan keluar masuknya gas sehingga konsentrasi gas di dalam kemasan berubah dan ini menyebabkan laju respirasi produk menurun, mengurangi pertumbuhan mikroba, mengurangi kerusakan oleh enzim serta memperpanjang umur simpan. MAP banyak digunakan dalam teknologi olah minimal buah-buahan dan sayuran segar serta bahan pangan yang siap santap (*ready-to eat*).

Zagory dan Kader (1988) mengelompokkan MAP menjadi MAP aktif dan MAP pasif. MAP aktif adalah penyimpanan dengan atmosfer termodifikasi di mana udara di dalam kemasan awalnya dikontrol dengan menarik semua udara dalam kemasan kemudian diisi kembali dengan udara

dan konsentrasinya diatur sehingga keseimbangan langsung dicapai. MAP pasif merupakan keseimbangan antara  $O_2$  dan  $CO_2$  yang diperoleh melalui pertukaran udara dalam kemasan (mengandalkan permeabilitas kemasan).

Saat ini MAP telah berkembang dengan sangat pesat. Hal ini didorong oleh kemajuan fabrikasi film kemasan yang dapat menghasilkan kemasan dengan permeabilitas gas yang luas serta tersedianya adsorber untuk  $O_2$ ,  $CO_2$ , etilen dan air. Ahli pengemasan sering menganggap bahwa MAP merupakan satu dari bentuk kemasan aktif, karena banyak metode kemasan aktif juga memodifikasi komposisi udara di dalam kemasan bahan pangan.

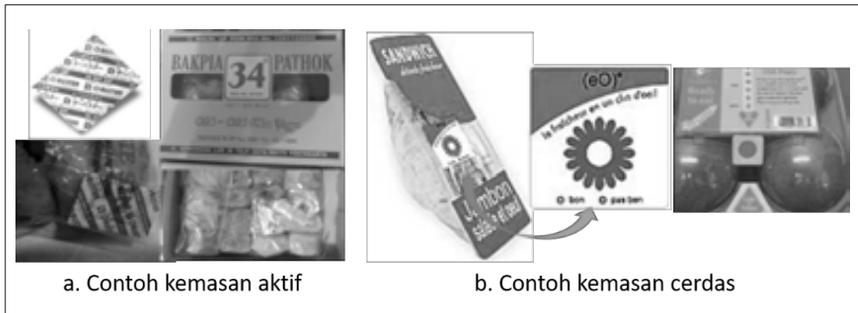
### 3.4.6 Kemasan Aktif dan Cerdas

Kemasan aktif dan cerdas dapat disebut sebagai kemasan interaktif karena adanya interaksi aktif dari kemasan dengan produk pangan yang dikemas. Tujuan dari kemasan aktif atau interaktif ini adalah untuk mempertahankan mutu produk dan memperpanjang masa simpannya serta dapat sebagai indikator/sensor kerusakan dan keamanan pangan .

Kemasan aktif merupakan kemasan yang mempunyai fungsi lebih dalam aspek perlindungan (*protection*) dibandingkan kemasan konvensional yang hanya pasif dalam memberikan perlindungan dari faktor kerusakan ekstrinsik. Kemasan aktif memiliki kemampuan untuk menyerap senyawa perusak yang tidak diinginkan berada dalam kemasan seperti bahan penyerap  $O_2$  (*oxygen scavengers*), bahan penyerap  $CO_2$ , penyerap etilen, penyerap air; atau sebaliknya memiliki kemampuan untuk melepaskan komponen senyawa yang bermanfaat dalam upaya mempertahankan mutu produk seperti melepaskan senyawa antimikroba (*ethanol emitter*,  $CO_2$  *emitter*), melepaskan panas (*self heating can*) dan melepaskan aroma/*flavor*. Contoh aplikasi kemasan aktif penyerap oksigen dapat dilihat pada **Gambar 3.2.a**.

Di sisi lain, kemasan cerdas adalah kemasan yang mampu untuk memonitor kondisi pangan dalam kemasan dan dapat mengindikasikan kondisi mutu dan keamanan pangan dalam kemasan. Beberapa contoh bentuk kemasan cerdas adalah *time-temperature indicator* yang dipasang di permukaan kemasan, indikator  $O_2$ , indikator  $CO_2$ , indikator guncangan fisik (*physical shock*), indikator kerusakan mutu yang mampu mengindra

keberadaan bahan volatil yang dihasilkan dari reaksi kimia, enzimatik dan/atau kerusakan oleh mikroba pada bahan pangan, serta indikator keberadaan bakteri patogen. Kemasan yang menggunakan jenis indikator atau sensor ini disebut dengan kemasan pintar atau cerdas (*intelligent packaging*). Beberapa contoh aplikasi kemasan cerdas dapat dilihat pada **Gambar 3.2.b**.



Gambar 3.2 Aplikasi kemasan aktif dan cerdas

### 3.4.7 Pengujian Bahan Pengemas

Pengujian bahan pengemas bertujuan untuk mengidentifikasi bahan yang dipakai untuk kemasan, menguji kemampuan suatu bahan untuk digunakan sebagai kemasan, dengan memanfaatkan pengetahuan sifat bahan pengemas bila digunakan secara tunggal atau dikombinasikan dengan bahan kemasan yang lain. Pengujian juga dilakukan untuk mengevaluasi penampakan bahan pengemas pada akhir pengemasan jika bahan pengemas kontak langsung dengan bahan yang dikemas, dan dapat menentukan daya tahan bahan pengemas melalui penanganan normal, tidak normal atau diperlakukan secara kasar.

Beberapa pengujian telah dikembangkan oleh industri yang memproduksi bahan pengemas yang tergabung dalam asosiasi seperti *American Society for Testing Materials* (ASTM), *Technical Association of the Pulp and Paper Industries* (TAPPI), *Flexible packaging Association* (FPA), *American Boxboard Association* (ABA), dan *National Safe Transit Committee* (NSTC).

## 3.5 Penyimpanan dan Penggundangan Pangan

Penyimpanan pangan dapat didefinisikan sebagai segala upaya atau cara yang dilakukan untuk memperlambat laju kerusakan dan/atau untuk mempertahankan karakteristik mutu fisik, kimiawi dan mikrobiologis bahan pangan dan dapat memperpanjang umur simpannya. Penyimpanan merupakan salah satu fase penting dalam tahap pascapanen dan rantai pasok pangan.

Tujuan dari penyimpanan pangan adalah untuk memastikan ketersediaan bahan pangan dalam jumlah yang cukup untuk berbagai keperluan seperti untuk konsumsi, perdagangan, bahan baku industri, dan cadangan logistik nasional sehingga dapat dipastikan ketersediaan bahan pangan dalam kuantitas yang cukup dan mutu yang baik, bergizi, dan aman.

### 3.5.1 Klasifikasi Penyimpanan Pangan

Penyimpanan pangan dapat diklasifikasikan berdasarkan pada faktor durasi penyimpanan, ukuran atau skala penyimpanan, prinsip metode penyimpanan, dan tujuan penggunaannya.

Berdasarkan durasinya, sistem penyimpanan dapat diklasifikasikan menjadi penyimpanan jangka pendek, menengah dan panjang. Produk yang disimpan dalam penyimpanan jangka pendek kebanyakan tidak bertahan lebih dari tiga bulan. Produk yang sangat mudah rusak (seperti telur, daging, ikan, dan produk susu) secara alami disimpan untuk jangka pendek. Demikian juga untuk bahan segar buah sayuran juga memiliki masa simpan yang pendek. Penyimpanan jangka menengah digunakan untuk produk yang dapat bertahan hingga enam bulan tanpa mengalami penurunan mutu yang berarti. Penyimpanan jangka panjang dapat menjamin mutu produk yang disimpan melebihi dari satu tahun. Gudang benih dan beberapa sistem penyimpanan dikenal untuk menjaga kelayakan dan karakteristik terdekat dari bahan yang disimpan selama beberapa dekade.

Berdasarkan ukuran atau skalanya, sistem penyimpanan dapat diklasifikasikan menjadi penyimpanan skala kecil, menengah, dan besar. Sistem penyimpanan skala kecil memiliki kapasitas maksimal hingga satu

ton yang sebagian besar digunakan di tingkat petani dengan kepemilikan lahan pertanian yang kecil. Penyimpanan skala menengah dapat menampung hingga seratus ton produk yang disimpan. Sebagian besar sistem penyimpanan tersebut berada dalam kisaran kapasitas 2–50 ton, dengan sangat sedikit memiliki kapasitas di atas 50 ton. Beberapa digunakan di pabrik untuk penyimpanan sementara biji-bijian yang digunakan sebagai bahan baku produksi. Penyimpanan skala besar dapat menampung material tersimpan dalam 100-an dan 1000-an ton. Hal ini digunakan baik untuk penyimpanan sementara atau permanen dari sejumlah besar produk. Ini memiliki biaya awal yang sangat tinggi tetapi akhirnya mengurangi biaya unit produksi secara keseluruhan.

Berdasarkan prinsip metode penyimpanannya, penyimpanan dapat diklasifikasikan menjadi penyimpanan fisik dan kimia. Penyimpanan fisik menggunakan prinsip fisik untuk mencapai penyimpanan dan menjaga mutu produk yang disimpan. Lingkungan fisik (seperti kadar air, suhu dan kelembapan relatif) dalam sistem penyimpanan sebagian besar dikendalikan atau direkayasa untuk memperlambat kegiatan agen kerusakan atau mencegah kerusakan. Misalnya, penyimpanan dingin atau lingkungan atmosfer terkendali yang dapat memperpanjang umur simpan buah dan sayuran segar. Penyimpanan kimia menggunakan bahan kimia untuk menghentikan atau memperlambat kegiatan agen kerusakan. Penggunaan bahan kimia seperti lilin, aktinik, debu atau tablet fosfosa untuk mencegah pernafasan atau serangan serangga dalam produk yang disimpan adalah contoh. Namun beberapa bahan kimia beracun dan penggunaannya harus sangat diawasi, misal phosphine.

Berdasarkan tujuan penggunaannya penyimpanan pangan dapat dikelompokkan menjadi penyimpanan gudang produksi, penyimpanan musiman atau masal, dan penyimpanan dengan pengaturan suhu. Penyimpanan gudang produksi ditujukan agar jumlah bahan baku harus selalu ada dan cukup untuk menjaga kontinuitas proses pengolahan. Penyimpanan musiman atau masal diperlukan untuk mengontrol agar jumlah penawaran produk musiman sesuai dengan jumlah permintaan sehingga harga pasar tetap stabil. Penyimpanan dengan pengaturan suhu seperti penyimpanan

dingin (*chilled storage*) yaitu penyimpanan pada suhu dingin  $< 4^{\circ}\text{C}$  atau lebih rendah, penyimpanan beku (*frozen storage*) yaitu penyimpanan pada kondisi suhu beku adalah  $-18^{\circ}\text{C}$  atau lebih rendah; dan penyimpanan sejuk (*cooled storage*), yaitu penyimpanan pada suhu sejuk antara  $10^{\circ}\text{C}$  dan  $21^{\circ}\text{C}$ .

### 3.5.2 Pengendalian Hama Gudang

Secara teknis, hama dapat didefinisikan sebagai organisme apapun baik itu mikroba, serangga, tikus, atau hewan lainnya yang memiliki efek negatif terhadap kesehatan manusia atau dapat menimbulkan kerugian ekonomi atau kerusakan pangan seperti susut mutu maupun susut bobot. Pada penyimpanan di gudang, hama yang banyak memberikan dampak kerusakan yang besar adalah serangga (*insect*) dan tikus (*rodent*).

Terdapat dua metode pengendalian hama gudang yaitu metode preventif (pencegahan) dan metode kuratif. Metode preventif adalah tindakan untuk mencegah datangnya serangan hama pascapanen dengan mengatur lingkungan atau dengan menggunakan cara lain seperti penggunaan bahan kimia yang dapat menangkal terjadinya serangan (*repellent*). Metode kuratif (pembasmian hama) adalah tindakan yang dilakukan untuk membasmi serangan serangga hama pascapanen. Tindakan kuratif dilakukan jika secara nyata telah terlihat adanya serangan hama (Haryadi 2010). Metode pengendalian hama gudang lainnya adalah dengan metode pengendalian hama secara terpadu atau *integrated pest management* (IPM) yang merupakan upaya paling baik. IPM adalah tindakan pengendalian hama dengan cara menggabungkan berbagai teknik atau metode pengendalian secara terpadu dan terkontrol. Ala *et al.* (2020) telah membandingkan efektivitas metode pengendalian hama gudang secara terpadu (IPM) dengan metode tradisional yang menggunakan insektisida kimiawi untuk penyimpanan jagung dalam kemasan kantong. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode pengendalian hama dengan IPM menghasilkan tingkat populasi serangga pada produk yang disimpan lebih rendah dan mutu jagung yang disimpan lebih baik dibandingkan metode pengendalian hama secara tradisional yang menggunakan insektisida sintetis.

## Metode Preventif

Metode preventif dilakukan untuk mencegah terjadinya serangan serangga yang dapat dilakukan dengan metode fisik dan mekanik, metode kimia, metode biologi, dan menjaga kondisi sistem penyimpanan yang higienis. Selain itu secara teratur perlu dilakukan deteksi dan monitoring adanya serangan.

Metode fisik dan mekanik umumnya dilakukan dengan penggunaan suhu rendah dan penurunan kadar air bahan pangan. Penggunaan suhu penyimpanan yang rendah dapat menurunkan laju pertumbuhan hama serangga gudang. Penurunan kadar air biji-bijian yang disimpan, akan berdampak pada turunnya nilai  $a_w$  bahan pangan dan tekstur bahan pangan menjadi keras sehingga lebih tahan terhadap serangan hama serangga. Untuk menghindarkan serangan hama *Sitophilus* sp., kadar air bahan harus diturunkan di bawah 10,5% (bb), sedangkan untuk menghindarkan serangan *Rhizopertha dominica* dan *Sitotroga cerealella*, kadar air bahan harus diturunkan di bawah 8,0%. Agar kadar air bahan tetap rendah, maka kelembapan udara (RH) penyimpanan harus dikontrol selalu rendah pula, sejalan dengan teori kadar air kesetimbangan atau *equilibrium moisture content* (EMC).

Penggunaan bahan pengemas yang dibuat dari bahan yang sukar ditembus oleh serangga (tidak dapat digigit) juga merupakan alternatif metode fisik dan mekanik. Contoh kemasan yang bersifat tahan serangan hama pascapanen adalah laminat dari poliester/polikarbonat dengan ketebalan lebih dari 40  $\mu\text{m}$  atau laminat plastik dengan aluminium foil (alufo). Kemasan karung/kantong yang terbuat dari lembaran plastik lebih baik dibanding kantong atau karung yang terbuat dari anyaman plastik. Penutupan kantong/karung secara dikelim (*heat-seal*) lebih baik dibanding penutupan dengan cara dijahit.

Teknik pengendalian preventif dengan cara kimia antara lain adalah dengan penggunaan *attractant*, *repellent*, *chemosterilant*, dan *grain protecttant*. *Attractant* adalah bahan kimia yang dapat menarik/membujuk serangga untuk datang. Oleh karena itu *attractant* ditaruh di tempat yang jauh dari bahan pangan (dialihkan). Selain itu penggunaan *attractant* ini dapat dikombinasikan dengan tindakan membunuh serangga, dengan cara meletakkan insektisida,

alat pembunuh, perangkap, atau lem di tempat *attractant* tersebut disimpan. Tindakan ini disebut *trapping* (perangkap). *Attractant* dapat diletakkan di dalam sistem penyimpanan. Contoh *attractant* adalah *sex pheromone*. *Repellent* adalah bahan kimia untuk mencegah datangnya serangga atau mencegah serangga yang sudah datang untuk melanjutkan serangan. Dengan pengertian ini serangga berbalik menjauhi tempat itu, atau induk betina menunda peletakkan telur pada bahan pangan. *Chemosterilant* adalah bahan kimia yang dapat menyebabkan serangga menjadi mandul dan tidak dapat melanjutkan proses reproduksi. Akibatnya populasi serangga tidak bertambah secara eksponensial lagi.

Insektisida atau *grain protectant* seperti namanya adalah bahan kimia yang dapat melindungi bahan pangan, misalnya biji-bijian yang disimpan. Pada prinsipnya *grain protectant* adalah insektisida dalam arti yang lebih luas. Dewasa ini nama *grain protectant* lebih populer di kalangan para ahli pengendalian serangga hama pasca panen.

### *Metode Kuratif*

Metode kuratif dilakukan untuk mengendalikan serangan serangga jika serangga terlanjur telah menyerang dengan tingkat serangan cukup tinggi. Dalam metode kuratif ini perlu dihindari pengeluaran biaya yang lebih besar dari nilai barang yang dilindungi. Metode kuratif dapat dilakukan dengan cara fisik, mekanik, kimia, dan biologi.

Dengan cara fisik dapat dilakukan teknik pengendalian hama gudang seperti pemanasan, penurunan suhu, irradiasi, dan modifikasi atmosfer sistem penyimpanan. Dalam teknik pemanasan bahan pangan yang terserang hama dipanaskan dalam oven pada suhu di atas 60°C selama 10 menit atau pada suhu 50°C selama dua jam. Teknik yang digunakan antara lain sinar infra merah di atas ban berjalan yang mengalirkan bahan, gelombang elektromagnetik, dan *microwave oven*. Suhu merupakan faktor penting dalam perkembangan serangga hama gudang. Perkembangan serangga sangat cepat pada suhu optimum. Suhu optimum pada umumnya adalah sekitar 27–32°C atau pada suhu ruang. Jika suhu diturunkan sampai di bawah 10°C, maka siklus perkembangan melambat sehingga dapat menekan populasi serangga

hama. Dalam keadaan normal, seekor induk serangga hama gudang *Sitophilus* sp. dapat menghasilkan keturunan sebanyak lebih kurang 1,5 juta ekor dalam tiga siklus (sekitar 3 bulan).

Metode irradiasi sinar gamma dapat digunakan untuk pengendalian hama gudang. Bahan pangan yang terinfestasi serangga langsung diberi perlakuan sinar gamma pada dosis tertentu sehingga seluruh populasi dan stadia serangga mati. Metode ini memiliki keuntungan antara lain tidak ada residu, daya penetrasi tinggi, serta tidak terpengaruh oleh struktur gudang, jenis komoditas, dan suhu. Namun demikian, metode ini memiliki kekurangan yaitu biayanya tinggi sehingga proses baru layak jika bahan yang diproses lebih dari 200 ribu ton per tahun, tidak dapat dilakukan di sembarang tempat, dan harus di lokasi yang memiliki pusat reaktor nuklir.

Teknik penyimpanan dengan modifikasi atmosfer mencakup teknik *modified atmosphere storage* (MAS) dan *controlled atmosphere storage* (CAS). Kedua teknik tersebut berguna selain untuk pengendalian hama juga untuk upaya memperpanjang masa simpan produk pangan. Dalam kedua teknik ini, konsentrasi gas oksigen diturunkan dan digantikan oleh CO<sub>2</sub> dan/atau nitrogen. Ada perbedaan prinsip antara MAS dengan CAS. Pada MAS pemberian CO<sub>2</sub> dilakukan sekali pada awal penyimpanan, sedangkan pada CAS konsentrasi CO<sub>2</sub> dikontrol dan dipertahankan (dengan memberikan CO<sub>2</sub> baru) selama penyimpanan. Pada umumnya dengan mempertahankan konsentrasi kadar CO<sub>2</sub> di atas 50% selama empat minggu pertama semua serangga dewasa maupun stadia pra-dewasa akan mati. Sementara itu konsentrasi O<sub>2</sub> harus di bawah 0,1% (Haryadi 2010).

Metode kuratif cara kimia dengan menggunakan insektisida. Insektisida adalah bahan kimia yang sangat efektif dalam membasmi serangga hama. Insektisida generasi lama seperti golongan organoklorin, organofosfat dan karbamat sudah mulai ditinggalkan. Beberapa insektisida generasi lebih baru yang sering digunakan antara lain adalah deltametrin, pirimifos metil, klorfirifos metil, ciflutrin, S-bioalletrin, dan bifentrin. Dalam aplikasinya, insektisida sintesis tersebut memiliki kekurangan antara lain dapat merupakan racun bagi

manusia dan makhluk hidup bukan target. Jika diberikan secara terus menerus dalam dosis rendah, insektisida dapat menimbulkan resistansi serangga, menimbulkan efek residu yang berbahaya, dan mencemari lingkungan.

Alternatif dari penggunaan insektisida sintetis ini adalah dengan menggunakan insektisida dari bahan alami berbasis bahan nabati, bahan hewani, dan mineral. Bahan nabati seperti daun dan biji srikaya, rimpang-rimpangan seperti kencur, kunyit dan beberapa rempah-rempah diketahui memiliki daya insektisida. Salah satu bahan nabati yang potensial sebagai insektisida nabati adalah nimba (*Azadirachta indica*) (Ayinde *et al.* 2020; Tofel *et al.* 2017). Bahan alami yang berbasis mineral yang sedang dikembangkan adalah tanah diatomae atau *diatomaceous earth* (DE). Partikel halus dari DE akan menutupi jaringan pernafasan serangga dan akan menyerap cairan tubuh serangga sehingga serangga mengalami dehidrasi dan akhirnya mati.

### 3.6 Kerusakan/Kehilangan Pangan Selama Penyimpanan

Semua komoditas hasil pertanian dan pangan olahan pasti mengalami proses kerusakan baik karena proses fisik, kimia, biologi maupun mikrobiologi. Laju kerusakan bahan pangan berbeda-beda tergantung dari karakteristik produknya seperti komponen makro dan mikro,  $a_w$ , pH dan struktur fisik bahan. Berdasarkan laju kerusakannya, bahan pangan dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu: (1) bahan pangan mudah rusak (*perishable*), contohnya seperti susu, ikan, telur dan daging serta produk olahannya seperti sosis, bakso, nugget; (2) bahan pangan agak mudah rusak (*semi perishable*), contohnya seperti buah-buahan dan sayuran segar, dan (3) bahan pangan tidak mudah rusak (*non perishable*), contohnya sereal dan kacang-kacangan yang sudah mengalami proses pengeringan. Besarnya kehilangan dan kerusakan pangan juga sangat tergantung pada teknologi penyimpanan yang diterapkan.

### 3.6.1 Jenis Kehilangan Selama Penyimpanan

Jenis kehilangan yang terjadi selama penyimpanan dan penggudangan adalah kehilangan bobot, kehilangan mutu, kehilangan nilai gizi, dan kehilangan keamanan pangan (Haryadi 2010). Kehilangan bobot atau kuantitas dapat disebabkan oleh berkurangnya bobot bahan karena dimakan serangga, tikus, burung, akibat evaporasi, akibat tercecer, serta adanya bagian bahan yang tidak layak dikonsumsi karena serangan serangga dan kapang. Penyebab kehilangan bobot terbesar adalah serangan hama gudang.

Kehilangan mutu dapat berupa penyimpangan penampakan, kehilangan *flavor*, akumulasi bau, perubahan citarasa, dan penurunan mutu pemasakan (*cooking quality*). Kehilangan mutu dapat pula berupa meningkatnya kandungan cemaran seperti potongan tubuh serangga, bulu tikus, kotoran dan urin tikus. Sebagai contoh, dengan metode *filth test*, satu ekor serangga hama gudang yang ikut tergiling dalam proses pembuatan tepung sereal dapat menghasilkan sebanyak 150 potongan (*fragment*) tubuh serangga jika pada proses penggilingan digunakan alat penggiling tipe palu (*hammer mill*), dan dapat menghasilkan 800–1200 potongan tubuh jika menggunakan penggiling halus.

Kehilangan nilai gizi banyak terjadi akibat kondisi penyimpanan yang tidak baik, sehingga terjadi kehilangan vitamin dan kandungan gizi penting lainnya. Kehilangan keamanan pangan dapat terjadi karena adanya metabolit kapang dan metabolit serangga yang berbahaya bagi kesehatan manusia, seperti mikotoksin yang dihasilkan kapang dan asam urat yang merupakan metabolit serangga. Mikotoksin yang sangat berbahaya antara lain adalah aflatoksin yang diproduksi oleh kapang *Aspergillus flavus*. Asam urat diduga bersifat karsinogen (bersifat dapat memicu timbulnya kanker). Kandungan asam urat dalam bahan pangan yang telah terserang serangga hama pascapanen yang dibolehkan adalah maksimum 5 mg/100 g bahan pangan (Haryadi 2010).

### 3.6.2 Faktor Kerusakan pada Penyimpanan Pangan

Banyak faktor yang dapat memengaruhi intensitas kerusakan selama penyimpanan pangan yang dapat dikategorikan menjadi faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik (faktor internal produk pangan) yang mencakup kadar air atau  $a_w$ , pH atau keasaman, senyawa antimikroba, komposisi kimia dan struktur biologis. Faktor ekstrinsik (faktor dari luar atau lingkungan) mencakup suhu, kelembapan relatif udara (*relative humidity* atau RH) dan komposisi gas.

Suhu ruang penyimpanan memegang peran yang sangat penting dalam sistem penyimpanan. Bahan pangan yang berkadar air tinggi atau memiliki  $a_w$  tinggi dan rentan terhadap kerusakan mikrobiologis sangat tergantung pada suhu penyimpanan. Bahan tersebut memerlukan suhu rendah, suhu dingin, atau bahkan suhu beku untuk menjamin penyimpanan yang baik dan benar. Bahan pangan yang relatif tahan terhadap serangan mikroorganisme (misalnya sereal dan produknya) masih mendapat ancaman kerusakan oleh serangan serangga hama pascapanen. Aktivitas serangga tersebut sangat tergantung pada suhu. Makin rendah suhu penyimpanan, makin menurun tingkat serangan. Oleh karena itu suhu penyimpanan yang rendah akan menurunkan risiko kerusakan oleh serangga.

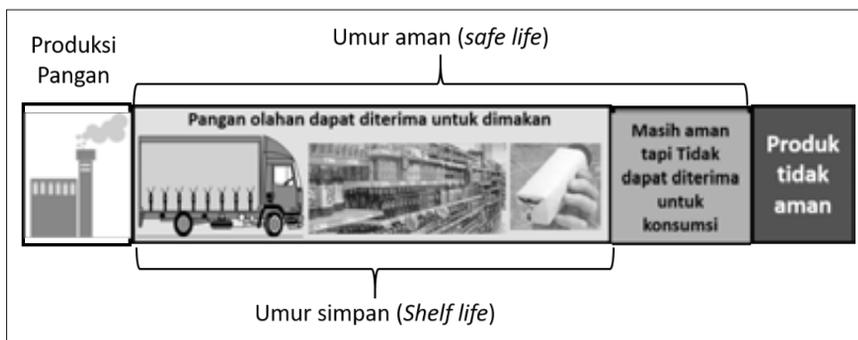
Kelembapan udara sangat berkaitan erat dengan kadar air bahan, khususnya biji-bijian dan produknya, karena adanya fenomena kadar air kesetimbangan (EMC). Pada umumnya penyimpanan bahan pangan relatif lebih aman pada kelembapan rendah. Kelembapan udara juga terkait dengan karakteristik transmisi uap air melalui film plastik pengemas. Jika karakteristik transmisi uap air film tersebut memiliki laju transmisi uap air yang tinggi, maka dalam jangka waktu lama selama penyimpanan uap air akan masuk ke dalam kemasan dan bahan pangan menyerap uap air tersebut, sehingga kadar airnya meningkat.

Komposisi atmosfer merupakan faktor penting dalam penyimpanan. Lingkungan penyimpanan yang kaya oksigen meningkatkan aktivitas serangga dan mikroorganisme, khususnya kapang. Sistem penyimpanan dengan manipulasi atmosfer akan mengurangi risiko kerusakan, misalnya dengan menerapkan penyimpanan MAS atau CAS.

### 3.7 Umur Simpan dan Cara Penentuannya

Umur simpan merupakan salah satu parameter yang penting dari produk pangan. Setiap produk pangan memiliki umur simpan yang spesifik dan semua pemangku kepentingan dari rantai pasok pangan harus memperhatikannya. *Institute of Food Technologists* (IFT) mendefinisikan umur simpan produk pangan sebagai selang waktu antara saat pangan diproduksi hingga saat konsumsi di mana produk berada dalam kondisi yang memuaskan dari segi penampakan (*appearance*), rasa (*taste*), aroma, tekstur dan nilai gizinya. *Institute of Food Science and Technology* (IFST) mendefinisikan umur simpan sebagai “periode waktu di mana produk pangan akan tetap aman, memiliki karakteristik sensori, kimia, fisik, mikrobiologis dan sifat fungsional yang diinginkan, dan dapat memenuhi klaim label nilai zat gizi, bila disimpan dalam kondisi yang direkomendasikan.” Definisi dari IFST ini menekankan hubungan antara umur simpan pangan dan kondisi penyimpanannya serta pertimbangan keamanan dan mutu akan menentukan akhir dari umur simpan pangan (Nicoli 2012).

Menurut Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (PerBPOM) Nomor 31 Tahun 2018 tentang Label Pangan Olahan, umur simpan diistilahkan dengan tanggal kedaluwarsa yang diartikan sebagai batas akhir suatu pangan olahan dijamin mutunya, sepanjang penyimpanannya mengikuti petunjuk yang diberikan oleh produsen. Dari keseluruhan definisi umur simpan, seluruhnya menekankan bahwa umur simpan merupakan masalah mutu atau mutu yang tidak terkait dengan risiko keamanan bagi konsumen. Aspek keamanan pangan adalah sesuatu yang mutlak dan wajib dipenuhi sejak dari produksi hingga akhir umur simpannya. **Gambar 3.3** mengilustrasikan konsep umur aman (*safe life*) lebih panjang dari umur simpan (*shelf life*) sehingga semua produk pangan yang belum lewat dari tanggal kedaluwarsanya seharusnya aman untuk dikonsumsi (Calligaris *et al.* 2019).



Gambar 3.3 Perbandingan umur simpan dengan umur aman (Calligaris et al. 2019)

### 3.7.1 Regulasi Umur Simpan atau Tanggal Kedaluwarsa di Indonesia

Di Indonesia peraturan tentang tanggal kedaluwarsa telah diatur dalam Undang-Undang RI No.18 Tahun 2012 tentang pangan. Secara eksplisit, pada Pasal 97 ayat 3 dinyatakan bahwa tanggal kedaluwarsa merupakan salah satu informasi yang wajib dicantumkan dalam label kemasan pangan. Demikian juga pada Peraturan BPOM (PerBPOM) No. 31 Tahun 2018 yang merupakan Peraturan terbaru tentang Pelabelan Kemasan Pangan di Indonesia. Di dalam pasal 5 PerBPOM Nomor 31 Tahun 2018 disebutkan bahwa keterangan tanggal kedaluwarsa merupakan salah satu informasi wajib yang harus ada pada label kemasan pangan olahan. Selanjutnya pada Pasal 34, dinyatakan bahwa keterangan kedaluwarsa untuk produk pangan olahan yang memiliki umur simpan kurang dari tiga bulan wajib dinyatakan secara lengkap dalam tanggal, bulan, dan tahun, sedangkan untuk produk pangan dengan umur simpan lebih dari tiga bulan, maka diperbolehkan untuk hanya mencantumkan bulan dan tahun saja.

Pencantuman tanggal kedaluwarsa pada label kemasan pangan olahan didahului dengan tulisan “baik digunakan sebelum” yang mana pencantuman tanggal kedaluwarsanya dapat diletakkan secara terpisah asalkan disertai dengan petunjuk tempat pencantumannya, sebagai contoh “Baik digunakan sebelum, lihat bagian bawah kaleng” atau “Baik digunakan sebelum, lihat pada tutup

botol". Dalam Pasal 35, terdapat pengecualian dari ketentuan pencantuman keterangan kedaluwarsa sebagaimana diatur dalam Pasal 34 untuk produk (a) minuman yang mengandung alkohol paling sedikit 7% (tujuh persen); (b) roti dan kue yang mempunyai masa simpan kurang dari atau sama dengan 24 (dua puluh empat) jam; dan (c) cuka.

### 3.7.2 Prinsip Penentuan Umur Simpan

Suatu uji umur simpan merupakan metode objektif untuk menentukan berapa lama suatu produk dapat diharapkan untuk tetap terjaga mutunya atau masih tetap dapat diterima mutunya oleh konsumen. Pengujian umur simpan perlu dilakukan saat peluncuran produk baru, desain ulang jenis kemasan, validasi penetapan tanggal kedaluwarsa, perubahan bahan/ingridien, penggantian *supplier* bahan, dan pengujian kinerja kemasan yang digunakan.

Semua produk pangan yang baru saja diproduksi dianggap memiliki mutu yang prima. Selanjutnya, selama penyimpanan dan distribusi produk akan mengalami perubahan dan penurunan mutu. Sebagai ilustrasi, mutu produk yang masih prima dikatakan memiliki manfaat 100% bagi konsumen (*usable quality*=100%), kemudian setelah waktu tertentu *usable quality* tersebut akan berkurang bahkan habis. Prinsip perhitungan umur simpan adalah menghitung waktu mulai dari mutu awal ( $Q_0$ ) hingga terjadi perubahan yang mencapai batas mutu penerimaannya yang disebut sebagai mutu kedaluwarsa ( $Q_t$ ). Batas mutu kedaluwarsa dapat ditentukan berdasarkan pada salah satu dari perubahan mutu kimia, mutu fisik, mutu organoleptik atau mutu mikrobiologis, yang mana saja yang paling cepat tercapai. Jadi dalam penentuan umur simpan harus diukur nilai mutu awal ( $Q_0$ ), nilai mutu batas kedaluwarsa ( $Q_t$ ), serta besarnya laju perubahan mutu persatuan waktu yang umumnya digunakan adalah per hari.

### 3.7.3 Metode Penentuan Umur Simpan

Secara garis besar umur simpan dapat ditentukan dengan menggunakan metode konvensional (*extended storage studies* atau ESS) dan metode akselerasi (pengujian dengan mempercepat laju kerusakan produk selama penyimpanan) atau *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT). Umur simpan produk pangan dapat

diduga kemudian ditetapkan waktu kedaluwarsanya dengan menggunakan dua konsep studi penyimpanan produk pangan, yaitu ESS dan ASLT (Floros dan Gnanasekharan 1993).

### *Metode konvensional*

Pengujian umur simpan dengan metode konvensional dilakukan dengan metode *real time* atau *extended shelf life (ESL)*. Produk disimpan pada kondisi yang dipilih (sesuai kondisi normal) dengan waktu lebih lama dari umur simpan yang diharapkan. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan secara berkala untuk melihat kapan titik akhir umur simpan tercapai. Aplikasi dari metode ini cocok untuk pengujian umur simpan produk pangan dengan umur simpan yang pendek. Metode ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu tidak memerlukan perhitungan dan pemodelan yang kompleks dan dapat melihat pengaruh kondisi penyimpanan secara akurat karena pengujiannya dilakukan secara *real time*.

### *Metode Akselerasi*

Pengujian umur simpan dengan metode akselerasi atau dipercepat (ASLT) dilakukan dengan meningkatkan kondisi penyimpanan lebih ekstrim dari kondisi normalnya yang menyebabkan laju kerusakan produk lebih cepat. Metode ini dapat menentukan umur simpan produk yang memiliki umur simpan yang relatif lama (biasanya lebih dari tiga bulan). Keuntungan dari metode pengujian umur simpan dipercepat ini adalah percobaan yang lebih singkat untuk dapat memperoleh hasil prediksi umur simpannya. Dengan metode ini, tidak diperlukan analisis parameter mutu produk sampai titik akhir penyimpanan produk tercapai pada kondisi penyimpanan normal.

Contoh perbandingan uji umur simpan secara langsung (ESL) untuk produk buah potong yang disimpan pada suhu dingin dan yang dipercepat (ASLT) untuk produk biskuit *cookies* dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Perbandingan uji umur simpan secara langsung (ESL) dan dipercepat (ASLT)

	Buah Potong pada Suhu Dingin	Biskuit <i>Cookies</i> (Suhu Ruang)
Metode Uji Umur Simpan	Langsung (ESL)	Dipercepat (ASLT)
Umur Simpan yang diharapkan	21 hari	12 bulan (365 hari)
Waktu Pengujian yang diperlukan	12 hari	4–8 minggu
Frekuensi Pengujian	Per hari	Per minggu
Parameter Mutu Kritis:	Warna, Tekstur, Rasa ( <i>sensory</i> )	Tekstur, Rasa ( <i>sensory</i> ), Bilangan peroksida

### *ASLT Model Arrhenius*

Produk pangan mengalami perubahan selama pengolahan dan penyimpanan, baik perubahan kimia, biokimia, biologi, mikrobiologi, fisik dan sensori. Laju perubahan ini secara umum dapat dinyatakan sebagai perubahan konsentrasi per satuan waktu, yang secara matematis dituliskan sebagai  $-dN/dt$ . Persamaan sederhana ini dapat diaplikasikan untuk menjelaskan tingkah laku berbagai perubahan yang terjadi selama pengolahan dan penyimpanan pangan, misalnya proses inaktivasi mikroba, inaktivasi enzim dan reaksi kimia seperti denaturasi protein, pencokelatan, kerusakan vitamin, kerusakan asam amino dan oksidasi lemak.

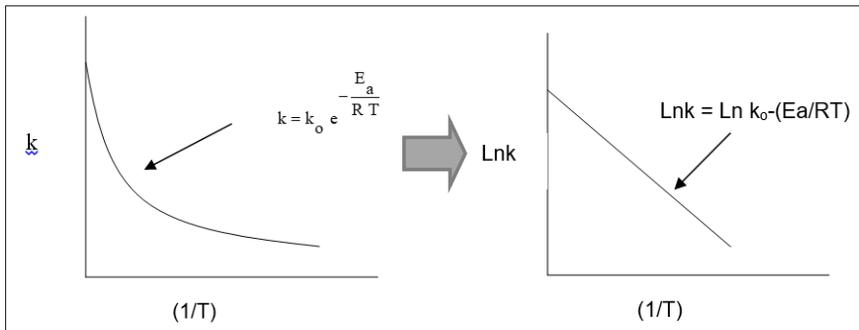
Pada praktiknya, laju reaksi ( $dN/dt$ ) ini merupakan fungsi dari berbagai variabel reaksi, antara lain jumlah molekul yang bereaksi, suhu dan keberadaan katalis. Pada bahan pangan, perubahan mutu atau reaksi yang terjadi umumnya mengikuti kinetika reaksi ordo nol atau ordo 1 (Hariyadi 2019) (persamaan 3.1 dan 3.2).

$$\text{Reaksi ordo nol : } dN/dt = \text{konstanta} = k \cdot N_0 = k \quad (3.1)$$

$$\text{Reaksi orde pertama: } dN/dt = -k \cdot N^1 \Leftrightarrow dN/N = -k \cdot dt \quad (3.2)$$

Pada ordo reaksi nol, laju perubahan tidak tergantung pada konsentrasi reaktan. Pada reaksi orde pertama, hanya satu komponen yang terlibat pada proses reaksi (reaksi monomolekuler), di mana laju reaksi berbanding lurus

dengan konsentrasi. Banyak reaksi perubahan di alam yang dapat dijelaskan dengan menggunakan model reaksi orde pertama ini, misalnya laju inaktivasi mikroorganisme, inaktivase enzim, degradasi vitamin dan zat gizi lainnya, dan lain-lain.



Gambar 3.4 Ilustrasi persamaan Arrhenius (Hariyadi 2019)

Secara umum persamaan laju reaksi dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (persamaan 3.3), di mana, n = orde reaksi, dan k = konstanta laju reaksi. Dari persamaan dasar ini, dapat dijabarkan menjadi Persamaan Arrhenius (persamaan 3.4) dan dapat diilustrasikan seperti **Gambar 3.4**. Jika persamaan Arrhenius dinyatakan dalam bentuk ln maka akan diperoleh persamaan yang dapat diplotkan menjadi garis lurus (linear) di mana sebagai sumbu X adalah 1/T dan sumbu Y adalah ln k, dengan kemiringan garis (*slope*) adalah nilai (- E<sub>a</sub>/R).

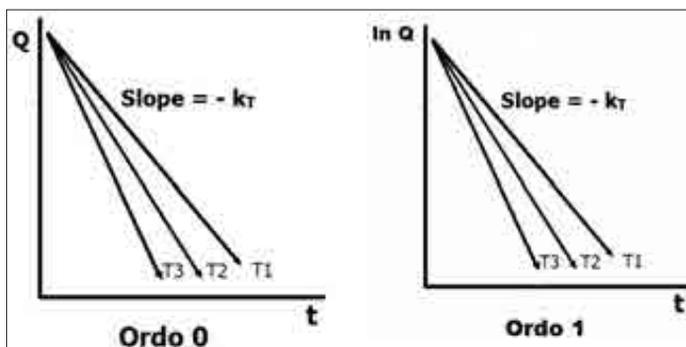
$$dN/dt = - k \cdot (N)^n \tag{3.3}$$

$$k = k_o e^{\frac{E_a}{RT}} = k_o e^{-\frac{E_a}{RT} \left[ \frac{1}{T} \right]} \Leftrightarrow \ln k_o - \frac{E_a}{RT} \left[ \frac{1}{T} \right] \tag{3.4}$$

di mana k = konstanta laju reaksi, k<sub>o</sub> = Faktor frekuensi reaksi, R = konstanta gas (8.314J/g-mole K); T= Suhu yang dinyatakan dalam derajat Kelvin (K); E<sub>a</sub> = energi aktivasi, yang nilainya dianggap konstan (tetap) pada suatu kisaran suhu tertentu. Energi aktivasi, sering diartikan sebagai suatu tingkat energi minimum yang diperlukan untuk memulai suatu reaksi perubahan.

Model persamaan Arrhenius ini sesuai digunakan untuk pendugaan umur simpan produk pangan yang sensitif oleh reaksi kimia, di mana reaksi kimia secara umum dipengaruhi oleh perubahan suhu. Contohnya adalah produk pangan yang mudah mengalami ketengikan (oksidasi lemak), perubahan warna oleh reaksi kecokelatan, atau kerusakan vitamin C. Metode ini pada prinsipnya adalah menyimpan produk pangan pada suhu ekstrem, di mana kerusakan produk pangan terjadi lebih cepat, kemudian umur simpan ditentukan berdasarkan ekstrapolasi ke suhu riil kondisi penyimpanannya. Oleh karena itu, umur simpan yang diperoleh bersifat 'pendugaan' yang validitasnya sangat ditentukan oleh model matematika yang diperoleh dari hasil percobaan (Kusnandar 2008). Beberapa contoh produk pangan yang dapat ditentukan umur simpannya dengan model Arrhenius adalah pangan kaleng steril komersial, susu UHT, susu bubuk/formula, jus buah, mi instan, daging beku, udang, ikan, saus sambal/tomat, bumbu dan kondimen, *jam*, produk pasta, tepung-tepungan, kacang goreng, dan produk pangan lain yang mengandung lemak tinggi (berpotensi terjadinya oksidasi lemak) atau yang mengandung gula pereduksi dan protein (berpotensi terjadinya reaksi kecokelatan).

Prinsip pendugaan umur simpan dengan metode ASLT model Arrhenius adalah upaya mempercepat laju penurunan mutu produk dengan meningkatkan suhu penyimpanan yang lebih tinggi secara terukur. Percobaan dilakukan pada minimal tiga suhu yang berbeda yang lebih tinggi daripada suhu penyimpanan normal, selanjutnya dapat dibuat plot data hubungan antara nilai mutu ( $Q_t$ ) untuk masing-masing suhu terhadap waktu pengamatan ( $t$ , hari) menurut reaksi orde 0 dan 1 (**Gambar 3.5**). Pada ordo nol, sumbu Y adalah  $Q$  sedangkan pada ordo 1 sumbu Y adalah  $\ln Q$ .



Gambar 3.5 Laju penurunan mutu terhadap waktu penyimpanan menurut reaksi Ordo 0 (kiri) dan Ordo 1 (kanan)

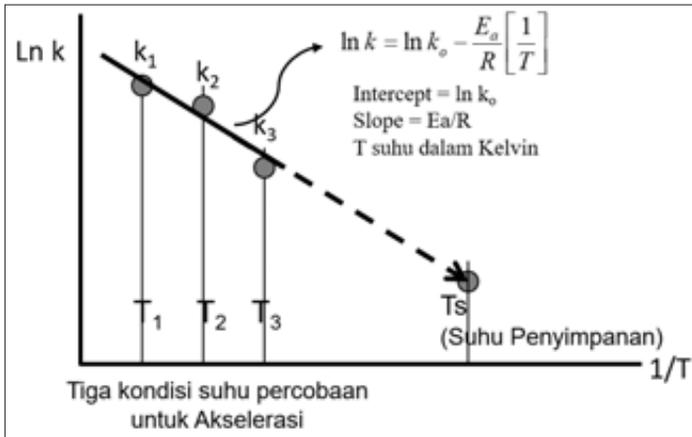
Model persamaan matematika laju penurunan mutu dari masing-masing orde reaksi yang disajikan pada **Gambar 3.5**, dapat dituliskan pada persamaan 3.5 dan 3.6, di mana  $Q_0$  = nilai mutu awal penyimpanan,  $Q_t$  = nilai mutu pada waktu penyimpanan  $t$ ,  $k_T$  = konstanta laju reaksi/penurunan mutu pada suhu  $T$ ,  $t$  = waktu penyimpanan (hari):

$$\text{Orde 0 : } Q_t = Q_0 - k_T t \quad (3.5)$$

$$\text{Orde 1 : } \ln Q_t = \ln Q_0 - k_T t \quad (3.6)$$

Tiga nilai konstanta laju reaksi ( $k$ ) yang diperoleh dari tiga suhu percobaan akselerasi, selanjutnya dimasukkan ke dalam model persamaan Arrhenius untuk mencari nilai  $k$  pada suhu yang dikehendaki. Dengan kata lain persamaan Arrhenius ini dapat dikatakan sebagai fungsi ekstrapolasi untuk mencari nilai  $k$  pada suhu yang diinginkan sebagaimana dapat diilustrasikan pada **Gambar 3.6**.

Setelah diperoleh nilai  $k$  pada suhu penyimpanan yang dikehendaki, maka umur simpan dapat dihitung berdasarkan model ordo nol dan ordo satu dengan persamaan 3.7 dan 3.8, di mana  $t$  = umur simpan (hari),  $Q_0$  = nilai mutu awal,  $Q_t$  = nilai batas kritis/ batas mutu akhir,  $k$  = konstanta laju penurunan mutu pada suhu  $T$  yang diinginkan dapat diperoleh dengan memasukkan nilai  $T$  pada persamaan Arrhenius.



Gambar 3.6 Ilustrasi penggunaan persamaan Arrhenius untuk mencari nilai  $k$  pada suhu penyimpanan yang dikehendaki

$$\text{Umur simpan (ordo nol)} : t_s = (Q_0 - Q_t)/k \quad (3.7)$$

$$\text{Umur simpan (ordo satu)} : t_s = [\ln(Q_0/Q_t)]/k \quad (3.8)$$

Perlu diperhatikan bahwa umur simpan atau waktu kedaluwarsa yang diperoleh adalah hasil prediksi atau pendugaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan verifikasi apakah hasil prediksi umur simpan sesuai dengan umur simpan pada kondisi penyimpanan riil. Secara rutin, umumnya industri pangan melakukan uji verifikasi atau konfirmasi terhadap tanggal kedaluwarsa produk yang dicantumkan pada label kemasan, yaitu dengan cara menyimpan produk pada suhu penyimpanan normal dan mengamatinya secara rutin hingga produk mengalami kerusakan.

### *ASLT Model Kadar Air Kritis*

Untuk produk pangan yang relatif mudah rusak akibat penyerapan kadar air dari lingkungan, penentuan umur simpan dilakukan berdasarkan pada metode kadar air kritis menggunakan model isotem sorpsi air. Dalam metode kadar air kritis, kerusakan produk didasarkan semata-mata pada kerusakan produk akibat menyerap air dari udara luar hingga mencapai batas yang tidak dapat diterima secara organoleptik. Kadar air kritis adalah kadar air pada kondisi di mana produk pangan mulai tidak dapat diterima

secara organoleptik. Batas penerimaan tersebut didasarkan pada standar mutu organoleptik yang akan spesifik untuk setiap jenis produk. Waktu yang diperlukan oleh produk untuk mencapai kadar air kritis menyatakan umur simpan produk (Kusnandar 2008). Beberapa contoh produk pangan yang dapat ditentukan umur simpannya dengan metode kadar air kritis adalah biskuit, *wafer*, produk konfeksionari (permen), makanan ringan (*snack, chips*), dan produk instan (*powder*).

Prinsip pendugaan umur simpan produk pangan dengan menggunakan pendekatan kurva sorpsi isoteremis dilakukan dengan memperhitungkan faktor berikut:

1. Perbedaan kadar air awal produk pangan dibandingkan kadar air kritis. Semakin besar perbedaan antara kadar air awal dengan kadar air kritis maka umur simpan akan lama.
2. Perbedaan tekanan udara antara di luar dan di dalam kemasan ( $\Delta P$ ). Semakin kecil perbedaan tekanan luar dan tekanan dalam kemasan, maka perpindahan air semakin lambat, sehingga umur simpan akan lebih lama.
3. Permeabilitas uap air kemasan yang digunakan, di mana semakin besar permeabilitas kemasan maka uap air akan semakin mudah menembus kemasan, sehingga akan lebih mudah mencapai kadar air kritis dan memperpendek umur simpan.
4. Luasan kemasan yang digunakan untuk menyimpan produk, di mana semakin besar luas kemasan maka uap air yang masuk akan tersebar lebih meluas di dalam kemasan dan memperlambat tercapainya kadar air kritis (umur simpan semakin panjang).

Keseluruhan faktor yang memengaruhi umur simpan diformulasikan oleh Labuza (1982) menjadi persamaan kadar air kritis (persamaan 3.9). Dengan persamaan Labuza berbasis kadar air kritis berikut akan dapat ditentukan suhu simpan produk pada suhu dan kondisi RH tertentu.

$$t = \frac{\ln(M_c - M_o) / (M_c - M_e)}{\frac{k}{x} * \left(\frac{A}{W_s}\right) \left(\frac{P}{b}\right)} \quad (3.9)$$

Di mana:  $t$  = Waktu untuk mencapai kadar air kritis atau umur simpan (hari);  $M_c$  = Kadar air kesetimbangan pada suhu dan RH tertentu (%);  $M_o$  = Kadar air awal produk di awal penyimpanan (%);  $M_e$  = Kadar air kritis pada suhu tertentu (%);  $k/x = WVTR/P_o$  = Permeabilitas kemasan ( $g/m^2/hari/mmHg$ ).  $WVTR$  adalah *water vapor transmission rate* ( $g/m^2/hari$ ) pada suhu dan RH tertentu;  $A$  = Luas kemasan yang dihitung berdasarkan dimensi kemasan yang digunakan ( $m^2$ );  $W_s$  = Berat padatan produk awal (g);  $P_o$  = Tekanan uap air murni (mmHg); dan  $b$  = Kemiringan (*slope*) kurva sorpsi isoteremis

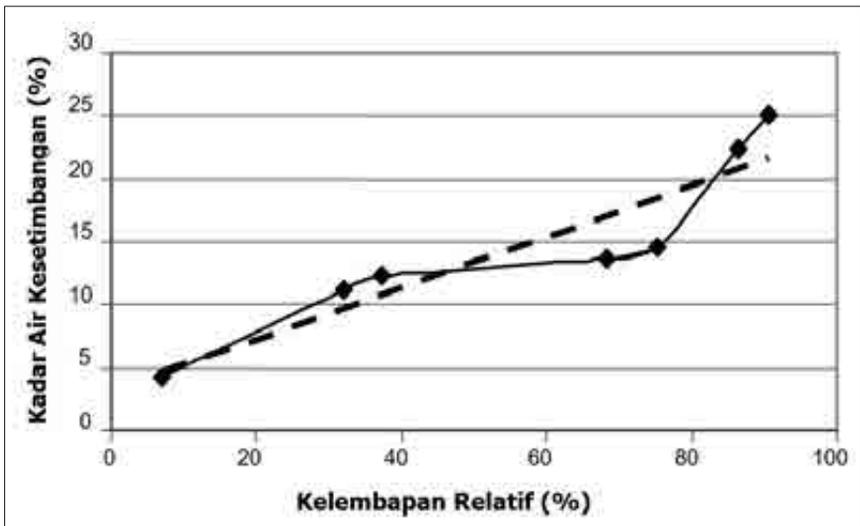
Pengukuran kadar air awal ( $M_o$ ) dapat dilakukan dengan metode standar, seperti AOAC dan SNI, yaitu metode oven ( $105^\circ C$  selama lebih dari tiga jam hingga mencapai berat konstan) yang cocok untuk sampel produk pangan yang stabil terhadap pemanasan seperti biskuit; metode oven vakum ( $60-70^\circ C$  selama lebih dari tiga jam hingga mencapai berat konstan) yang cocok untuk produk pangan yang mengandung komponen yang mudah rusak pada suhu tinggi (misal mengandung lemak, protein atau komponen alkaloid) seperti produk lemak/minyak, susu bubuk, kopi, teh, terigu, dan buah kering; metode Karl Fischer yang cocok digunakan untuk produk pangan yang memiliki kadar air yang sangat kecil, misalnya permen, teh, dan kopi.

Nilai kadar air awal ini digunakan untuk menghitung berat padatan ( $W_s$ ), yaitu berat produk dalam kemasan dikalikan fraksi padatan di mana fraksi padatan (%) =  $100\% - \% \text{ kadar air awal}$ . Pengukuran kadar air kesetimbangan pada suhu dan RH tertentu ( $M_e$ ) dan kemiringan (*slope*) kurva sorpsi isoteremis ( $b$ ) dapat ditentukan dari kurva sorpsi air (kurva hubungan RH versus  $M_e$  seperti contoh **Gambar 3.7**) dari hasil percobaan. Permeabilitas kemasan ( $k/x$ ) dapat diukur dengan alat ukur permeabilitas uap air seperti MOCON Permatrant (USA) atau diukur di laboratorium dengan mengikuti prosedur ASTM E96/GB 1037 (metode gravimetri).

Kadar air kritis ( $M_c$ ), yaitu kadar air maksimum suatu produk di mana produk tersebut masih mempunyai mutu yang dapat diterima (berdasarkan uji organoleptik) yang ditentukan dengan cara menyimpan produk yang

dibungkus dengan kemasan primernya di dalam *chamber* yang diatur RH-nya pada 91% dan 96%, atau disimpan pada ruang terbuka tanpa kemasan sampai mencapai kadar air di mana produk mulai ditolak secara organoleptik.

Tekanan uap air murni ( $P_0$ ) dapat diperoleh dari Tabel nilai tekanan uap air pada suhu tertentu (Toledo 2007). Setelah diketahui semua nilai pada persamaan Labuza (persamaan 3.9), maka dengan memasukkan nilai tersebut dapat dihitung nilai umur simpannya ( $t$ ). Umur simpan yang diperoleh ini adalah masih dalam satuan jam dan hanya untuk kondisi RH penyimpanan tertentu pada suhu penyimpanan normal (suhu ruang). Umur simpan yang diperoleh dapat dikonversi menjadi satuan bulan atau tahun dengan mengalikan faktor konversinya (1 tahun = 12 bulan = 365 hari = 8760 jam). Untuk selanjutnya, industri perlu melakukan verifikasi umur simpan yang diperoleh sesuai dengan kondisi distribusi dan penyimpanan yang sebenarnya.



Gambar 3.7 Contoh kurva sorpsi isoteremis dan penggunaannya untuk menghitung nilai  $b$  (*slope*) dan kadar air kesetimbangan ( $M_e$ )

Untuk produk pangan yang memiliki kadar gula sukrosa yang tinggi (misalnya permen), maka akan sulit tercapai kondisi kadar air kesetimbangan dan kurva sorpsi isoteremis tidak dapat diasumsikan linier, karena pada

RH tertentu kadar airnya akan terus meningkat (tidak mencapai kondisi kesetimbangan). Dengan demikian, persamaan Labuza tidak bisa diterapkan, karena tidak dapat diperoleh nilai kadar air kesetimbangan ( $M_c$ ) dan kemiringan kurva linear sorpsi isotermis (b). Untuk produk yang seperti ini, maka dapat digunakan persamaan Labuza yang dimodifikasi (persamaan 3.10), di mana:  $\Delta P$  = selisih antara tekanan udara di luar kemasan (tekanan udara di mana produk disimpan, lingkungan) atau  $P_{out}$  dan tekanan udara di dalam kemasan atau  $P_{in}$  (mmHg), dan  $M_c - M_o$  = selisih antara kadar air kritis dengan kadar air awal (%).

$$t = \frac{(M_c - M_o)W_s}{\frac{k}{x} * (A) * \Delta P} \quad (3.10)$$

Dari persamaan di atas, data yang harus dicari untuk menghitung umur simpan adalah kadar air awal bahan ( $M_o$ ), kadar air kritis pada suhu tertentu ( $M_c$ ), luas kemasan (A), permeabilitas kemasan ( $k/x$ ), berat solid dari produk ( $W_s$ ), aktivitas air ( $a_w$ ) produk di awal penyimpanan, dan perbedaan tekanan antara di luar kemasan ( $P_{out}$ ) dan di dalam kemasan ( $P_{in}$ ) atau  $\Delta P$  (Kusnandar 2008).

### 3.8 Ringkasan

1. Pengemasan merupakan teknologi untuk menutup atau melindungi produk selama distribusi, penyimpanan, penjualan, dan pemakaian dari produsen hingga ke konsumen, dan memiliki mawadahi, melindungi, komunikasi, dan utilitas.
2. Jenis kemasan yang digunakan sebagai kemasan pangan adalah kemasan tradisional seperti daun, kulit, kayu, serat tanaman, dan kain, sedangkan kemasan yang digunakan di industri pangan adalah kemasan gelas, kertas dan karton, logam/kaleng, dan plastik, serta kemasan laminasi dan ko-ekstrusi.
3. Selama penyimpanan dan penggudangan dapat terjadi kerusakan dan kehilangan, baik kehilangan kuantitatif maupun kehilangan kualitatif. Teknologi penyimpanan pangan dapat berperan dalam dalam

menurunkan laju kerusakan pangan dan melindungi dari serangan hama penyimpanan/peggudangan sehingga bahan pangan dapat tetap tersedia setiap saat dalam kondisi yang tetap bermutu, bergizi, dan aman, sehingga tetap memenuhi kriteria pemenuhan ketahanan pangan. Upaya pengendalian hama dengan metode yang tepat dan pemilihan teknik penyimpanan yang optimal dapat meminimalkan kerusakan dan kehilangan baik kuantitas maupun mutunya.

4. Umur simpan suatu produk pangan yang dikemas dapat ditetapkan dengan metode konvensional (diamati kerusakan pada kondisi penyimpanan normal) atau dengan metode yang dipercepat atau *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT). Metode ASLT menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat terjadinya penurunan mutu produk pangan, kemudian digunakan untuk menduga umur simpan pada kondisi penyimpanan normal. Metode ASLT dapat menggunakan metode Arrhenius untuk produk yang mudah rusak oleh reaksi kimia, atau metode kadar air kritis untuk produk yang mudah rusak akibat penyerapan air.

### 3.9 Pustaka

- Ala AA, Opit GP, Otitodum GO, Ajao SK, Nwaubani SI, Braimah JA, Busari GS. 2020. A comparison of integrated pest management and traditional practices for bagged maize stored in Nigeria. *Journal of Stored Products Research*. 86: 101571.
- Ayinde AA, Morakinyo OM, Sridhar MKC. 2020. Repellency and larvicidal activities of *Azadirachta indica* seed oil on *Anopheles gambiae* in Nigeria. *Helliyon*. 6(5): e03920.
- Calligaris S, Manzocco L, Anese M, Nicoli MC. 2019. Accelerated shelf life testing. Galanakis CM, Editor. *Food Quality and Shelf Life*. Academic Press. Hal 359–392.
- [FDA] Food and Drug Administration (US). 2002. PVC devices containing plasticizer DEHP [FDA public health notification]. 2002 July 12. Washington, D.C.: FDA.

- Fellows P, Axtell B. 2002. Packaging materials. Di dalam Fellows P, Axtell B, editors. *Appropriate Food Packaging: Materials and Methods for Small Businesses*. Hal. 25–77. Essex, U.K.: ITDG Publishing.
- Hariyadi P. 2019. *Masa Simpan dan Batas Kedaluwarsa Produk Pangan*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. ISBN: 9786020388229.
- Haryadi Y. 2010. Peranan Penyimpanan Dalam Menunjang Ketahanan Pangan. *Jurnal Pangan*. 19(4): 345–359.
- Krochta JM. 1992. Control of mass transfer in food with edible coatings and film. Di dalam: Singh, R.P. and Wirakartakusumah, M.A. (Editor). *Advances in Food Engineering*. Hal. 517–538. CRC Press : Boca Raton, F.L.
- Kusnandar F. 2008. Disain Percobaan dalam Penetapan Umur Simpan Produk Pangan dengan Metode ASLT. *Modul Pelatihan Pendugaan Waktu Kedaluwarsa (Shelf Life) Bahan dan Produk Pangan*. Bogor, 27–28 Mei 2008. SEAFASST Center dan Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan.
- Labuza TP. 1982. *Shelf Life Dating of Foods*. Hal. 41–486. ISBN 0917678141. Food and Nutrition Press Inc. West Port, Connecticut, USA.
- Lau OW, Wong SK. 2000. Contamination in food from packaging materials. *Journal of Chromatography*. 882(1-2): 255–70.
- Nicoli MC. 2012. An Introduction to Food Shelf Life: Definitions, Basic Concepts, and regulatory aspects. Nicoli, M.C. (Editor). *Shelf-life Assessment of Food*. Hal. 1-16. ISBN 9781138199347. CRC Press Boca Raton, F.L
- Page B, Edwards M, May N. 2003. Metal cans. Di dalam: Coles R, McDowell D, Kirwan MJ. (Editor). *Food Packaging Technology*. Hal 121–151. London, U.K. Blackwell Publishing, CRC Press.
- Robertson GL. 2018. *Definitions, Functions, Attributes and Environments of Food Packaging in Reference Module in Food Science*.
- Robertson GL. 2013. *Food Packaging - Principles and Practice* (3rd Edition). Hal. 229-241. CRC Press, Boca raton, U.S.
- Shea KM. 2003. Pediatric exposure and potential toxicity of phthalate plasticizers. *Pediatrics*. 111(6): 1467–74.

- Tofel KH, Kosma P, Stähler M, Adler C, Nukenine EN. 2017. Insecticidal products from *Azadirachta indica* and *Plectranthus glandulosus* growing in Cameroon for the protection of stored cowpea and maize against their major insect pests. *Industrial Crops and Products*. 110: 58–64.
- Toledo RT. 2007. *Fundamental of Food Process Engineering*. Hal. 541. ISBN 978-0-387-29019-5. Springer Science+ Business Media, LLC, New York, USA.
- VomSaal FS, Hughes C. 2005. An extensive new literature concerning low-dose effects of bisphenol A shows the need for a new risk assessment. *Environmental Health Perspectives*. 113(8): 926–33.
- Zagory D, Kader AA. 1988. Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technology*. 9: 70–77.

## Latihan

**Petunjuk:** Untuk memahami materi pada Bab 3 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Kemasan dapat menghalangi masuknya cahaya sehingga akan mencegah kerusakan nutrisi dan warna produk. Hal tersebut merupakan fungsi kemasan dalam hal:
  - a. Utilitas
  - b. Melindungi
  - c. Mewadahi
  - d. Komunikasi
2. Kemasan untuk transportasi yang dapat mencegah kerusakan akibat benturan dan tekanan:
  - a. Aluminium foil
  - b. Kemasan gelas
  - c. *Corrugated board*
  - d. Kertas perkamen

3. Jenis plastik yang biasanya digunakan untuk karton telur, wadah, alat makan sekali pakai, serta untuk kemasan non pangan:
  - a. Polivinil klorida
  - b. Polistiren
  - c. Polipropilen
  - d. Polietilen
4. Kelemahan kemasan *tin plate* :
  - a. Kedap terhadap gas, uap air dan bau
  - b. Ringan
  - c. Dapat dipanaskan
  - d. *Sulphurstaining*
5. Pengemasan bahan di mana udara di dalam kemasan awalnya dikontrol dengan menarik semua udara dalam kemasan kemudian diisi kembali dengan udara dan konsentrasinya diatur sehingga keseimbangan langsung dicapai disebut:
  - a. Kemasan atmosfir termodifikasi aktif
  - b. Kemasan atmosfir termodifikasi pasif
  - c. *Intelligent packaging*
  - d. *Smart packaging*
6. Di antara pernyataan berikut yang bukan merupakan tujuan dari proses penyimpanan adalah:
  - a. Untuk meningkatkan mutu pangan
  - b. Untuk menurunkan laju kerusakan bahan pangan
  - c. Untuk meningkatkan umur simpan produk
  - d. Untuk mengurangi kerusakan/kebusukan bahan pangan

7. Di antara faktor-faktor berikut yang tidak berkontribusi terhadap kerusakan bahan pangan selama proses penyimpanan adalah:
  - a. Reaksi dengan oksigen
  - b. Peningkatan suhu
  - c. Penurunan keasaman
  - d. Serangan oleh serangga dan tikus
8. Hubungan antara penyimpanan pangan dan ketahanan pangan, kecuali:
  - a. Penyimpanan pangan menjamin suplai bahan pangan secara terus menerus
  - b. Penyimpanan pangan yang baik berkontribusi terhadap keamanan pangan
  - c. Penyimpanan pangan meningkatkan status ekonomi yang selanjutnya berperan meningkatkan akses ekonomi petani
  - d. Penyimpanan pangan menurunkan biaya distribusi
9. Penentuan umur simpan dengan model isoterm sorpsi air harus digunakan untuk mengevaluasi umur simpan pada kasus:
  - a. Perubahan warna jus buah
  - b. Penurunan daya alir (*flowability*) susu bubuk
  - c. Oksidasi lipid
  - d. Hilangnya vitamin C
10. Metode pengujian umur simpan yang dipercepat (ASLT) dengan model Arrhenius dapat diterapkan untuk penurunan mutu produk pangan berikut, kecuali:
  - a. Perubahan tekstur makanan ringan
  - b. Perubahan warna makanan ringan
  - c. Penyimpangan aroma produk *flavor*
  - d. Penurunan kadar vitamin C jus apel

## Tugas Mandiri (*Challenge Questions*)

1. Jika anda diminta untuk melakukan pengemasan aktif terhadap buah pisang segar dengan menggunakan kemasan plastik polietilen densitas rendah (LDPE), bahan-bahan apa saja yang akan ada tambahkan ke dalam kemasan aktif tersebut, jika buah pisang mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (a) Mempunyai laju respirasi yang sangat tinggi (laju konsumsi O<sub>2</sub> dan laju produksi CO<sub>2</sub> tinggi); (b) Merupakan buah klimakterik di mana proses pematangannya akan sangat dipengaruhi oleh adanya hormon etilen.
2. Bahan pembuat *edible film* dapat berupa hidrokoloid, lipida dan komposit. Pemilihan bahan untuk pembuatan *edible film* tergantung pada sifat bahan yang akan dikemas serta sifat-sifat bahan *edible film*. Jika kepada anda diberikan bahan pangan berupa keripik kentang yang sangat mudah rusak akibat diserapnya uap air, maka bahan apa yang anda pilih dalam pembuatan *edible film* untuk keripik kentang tersebut? Untuk mencegah terjadinya oksidasi dan tumbuhnya jamur pada produk keripik kentang tersebut, bahan tambahan apa yang anda gunakan?
3. Pada penentuan umur simpan dengan model kadar air kritis, telah dilakukan pengukuran kadar air tepung bumbu ayam goreng kemasan 500 g. Jika diperoleh hasil pengukuran kadar air basis basahnya adalah 10% berapakah berat padatan dari tepung bumbu ayam goreng tersebut?
4. Dari uji umur simpan dipercepat (ASLT) tuna kaleng dalam minyak, telah dilakukan uji umur simpan pada suhu 40, 45 dan 55°C, diperoleh model Arrhenius (orde 0) untuk bau tengik sebagai berikut:

$$\ln(k_T) = -8182,65 (1/T) + 22,5597; R^2 = 0,97691 ; k = \text{laju penurunan mutu per hari dan } T = \text{Suhu mutlak dengan sauna Kelvin (K)}.$$

Berapakah umur simpan tuna kalengan dalam minyak ketika disimpan pada suhu 25°C berdasarkan pengembangan bau tengik? Jika diketahui skor awal untuk aroma produk segar adalah 7 dan panelis tidak menerima produk ketika nilai skornya 3,5 (sudah agak tengik).

## Bab

# 4

## Ilmu Sensoris dan Aplikasinya

*Dwi Larasatie Nur Fibri dan Dede R. Adawiyah*

### 4.1 Pendahuluan

Ilmu sensoris atau organoleptik merupakan ilmu pengetahuan yang menggunakan indra manusia untuk mengukur sifat-sifat sensoris, seperti rasa, tekstur, kenampakan, aroma dan *flavor* produk pangan. Hal ini karena penerimaan suatu produk pangan sangat ditentukan oleh penerimaan dan penilaian konsumen. Saat ini, ilmu sensoris telah menjadi disiplin ilmu yang berdiri sendiri dengan menggabungkan ilmu biologi, psikologi, desain eksperimen, dan statistik. Ilmu sensoris sungguh menantang dengan digunakannya indra manusia sebagai instrumen pengukuran. Hal ini karena manusia merupakan subjek dalam melakukan penilaian sensoris yang dapat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan mental.

Sejak dahulu kala sebenarnya manusia telah melakukan evaluasi sensoris; dan permintaan untuk evaluasi sensoris secara formal saat ini semakin meningkat. Sejak kemunculannya di tahun 1940-an, metode evaluasi sensoris terus dikembangkan secara dinamis untuk menetapkan pengujian sensoris formal yang terstruktur dan untuk menciptakan metode baru atau memperbaiki metode yang sebelumnya.

Metode uji sensoris sering disebut evaluasi sensoris. *Institute of Food Technologists* (IFT) mendefinisikan evaluasi sensoris sebagai metode ilmiah yang digunakan untuk menimbulkan, mengukur, menganalisis, dan

menginterpretasikan respons terhadap produk yang ditera oleh indra manusia, seperti indra penglihatan, penciuman, sentuhan, perasa dan pendengaran untuk mengukur kenampakan, aroma, *flavor*, tekstur dan cecap produk pangan.

Pada awalnya, aplikasi evaluasi sensoris di industri pangan digunakan untuk menyediakan data untuk kontrol mutu. Namun saat ini evaluasi sensoris berperan dalam pengembangan produk mulai dari konsepsi, karakterisasi, hingga pemantauan pasca peluncuran. Evaluasi sensoris juga tidak hanya diterapkan pada makanan dan minuman, tetapi juga pada bidang lain seperti isu lingkungan, produk perawatan tubuh, diagnosa penyakit, untuk menguji kemurnian bahan kimia dan lain-lain.

Di industri pangan, evaluasi sensoris banyak dilakukan dalam pengembangan produk pangan baru, pengawasan mutu (bahan mentah, intermediet atau produk akhir), membandingkan produk sendiri dengan produk pesaing yang beredar di pasaran, dan evaluasi penggunaan bahan, formulasi, dan peralatan baru.

Pada tahap awal pengembangan produk, pengujian sensoris dapat dilakukan oleh produsen dan konsumen untuk membantu mengidentifikasi atribut sensoris penting yang mendorong penerimaan dari sebuah kategori produk. Hasil pengujian ini dapat mengidentifikasi target konsumen berbasis sensoris, menganalisis produk pesaing dan mengevaluasi konsep baru, di samping juga untuk menghubungkan sifat sensoris dengan sifat fisik, kimia, formulasi dan/atau proses yang akan menghasilkan desain produk yang optimum untuk penerimaan konsumen. Oleh karena itu, evaluasi sensoris berperan penting dalam meminimalkan risiko dalam pengambilan keputusan dan mengidentifikasi sifat sensoris yang akan membantu untuk mendeskripsikan produk.

Evaluasi sensoris juga dapat digunakan untuk menilai adanya perubahan yang dikehendaki atau tidak dikehendaki dalam produk atau bahan formulasi, mengidentifikasi area untuk pengembangan, mengoptimasi produk, mengevaluasi produk pesaing, mengamati perubahan yang terjadi selama proses atau penyimpanan, dan memberikan data yang diperlukan bagi promosi produk.

Evaluasi sensoris dapat dibagi menjadi dua kategori pengujian, yaitu pengujian objektif dan pengujian subjektif. Dalam pengujian objektif, atribut sensoris suatu produk pangan dievaluasi oleh panelis terlatih. Dalam pengujian subjektif, penilaian dilakukan dengan mengukur reaksi konsumen terhadap sifat sensoris suatu produk pangan. Evaluasi sensoris menjadi lebih bermakna ketika kedua elemen ini digabungkan dan diungkapkan wawasan tentang bagaimana sifat sensoris menentukan penerimaan konsumen dan manfaat emosional. Metode evaluasi sensoris yang dikembangkan menarik dari sektor ekonomi karena hasil pengujian sensoris dapat menentukan komoditas yang mencapai standar mutu tertentu atau yang dapat diterima seperti, misalnya pada anggur, teh, kopi, ikan, daging, dan lain sebagainya.

Bab 4 ini membahas lebih lanjut mengenai indra sensoris manusia, panelis dalam uji sensoris, metode analisis sensoris, laboratorium sensoris, dan aplikasi ilmu sensoris dalam pengembangan produk. Setelah membaca Bab 4 ini, diharapkan pembaca dapat menjelaskan definisi evaluasi sensoris, membedakan cara pengujian sifat sensoris, mendeskripsikan setidaknya empat jenis metode uji sensoris, dan mampu menerapkan dasar *good sensory practices*.

## 4.2 Mengenal Indra Sensoris Manusia Dalam Mendeteksi Atribut Sensoris

Karakteristik atau atribut sensoris yang menentukan penerimaan produk pangan meliputi: (a) Karakter visual yang diterima oleh indra penglihatan (mata) meliputi penampilan atau kenampakan kemasan, bentuk, ukuran dan warna produk; (b) Karakter *flavor* yang meliputi sifat olfaktori atau aroma, rasa atau gustatori dan sensasi produk pada saat berada di dalam mulut atau dikonsumsi; (c) Karakter tekstur yang meliputi sifat mekanis (penekanan) dan sifat taktil (perabaan) produk pangan; dan (d) Karakter auditori atau suara produk pangan terutama untuk produk pangan yang renyah.

Di dalam rangkaian persepsi, beberapa bahkan semua atribut saling tumpang tindih dan saling memengaruhi satu sama lain. Subjek atau panelis biasanya merespons penerimaan produk yang terdiri atas beberapa atribut

secara simultan. Tanpa adanya pelatihan atau *training*, maka panelis akan bingung dan tidak dapat melakukan pengujian masing-masing atribut secara independen serta akan menghasilkan bias yang besar.

### 4.2.1 Karakter Visual

Karakter visual yang dilihat oleh indra penglihatan (mata) merupakan atribut pertama yang menentukan keputusan orang untuk membeli atau mengonsumsi suatu produk. Sifat produk pangan yang dapat dinilai dengan menggunakan mata adalah warna produk, bentuk dan ukuran, tekstur atau sifat permukaan, kejernihan dan kekeruhan, dan tingkat karbonasi atau derajat *effervescent*.

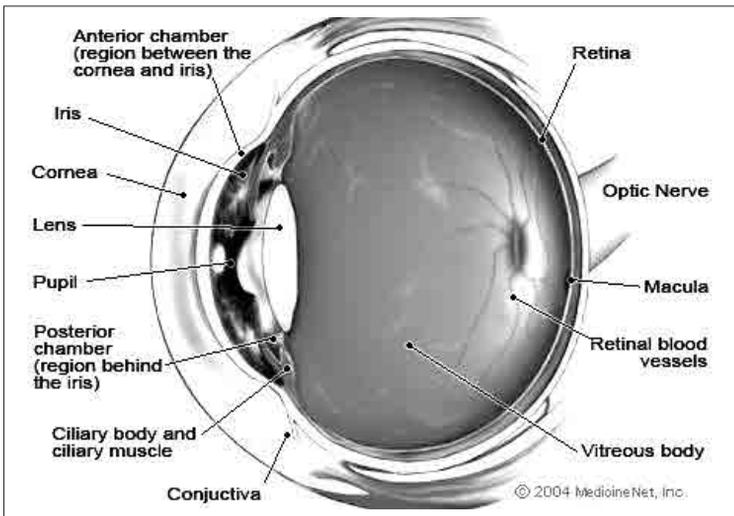
Warna merupakan atribut yang dominan dan dinilai paling awal dari produk pangan sebelum melakukan penilaian atribut sensoris lainnya (aroma dan rasa). Warna produk pangan digunakan sebagai indikator dan identitas suatu produk pangan, sehingga seringkali memberikan persepsi yang melekat pada atribut lain, terutama atribut *flavor* tertentu.

Tekstur permukaan meliputi sifat kilap permukaan, kekasaran atau kehalusan permukaan, basah atau kering, lunak atau keras. Parameter ini secara lebih detail dibahas pada atribut konsistensi dan tekstur.

Sifat keruh disebabkan sinar yang masuk dan mengenai partikel dipantulkan secara acak, dan tidak searah. Sifat jernih atau bening menyangkut sinar yang tembus. Pengertian jernih berdekatan dengan sifat transparan. Produk cairan keruh dan jernih berhubungan dengan adanya partikel yang tersuspensi. Semakin banyak partikel yang tersuspensi dan melayang-layang pada produk, maka tingkat kekeruhan produk akan semakin tinggi. Sifat keruh dikehendaki pada beberapa produk minuman seperti pada jus jeruk, markisa, jambu biji, nenas, namun tidak dikehendaki (harus jernih) pada minyak goreng, jus apel, teh botol, *soft drink*, dan lain-lain. Tingkat karbonasi atau derajat *effervescent* secara visual dinilai dari jumlah gelembung (CO<sub>2</sub>) yang timbul pada saat penuangan atau pencelupan produk minuman atau tablet.

Indra manusia yang digunakan dalam penilaian sifat visual produk adalah mata. Jika ada stimulus berupa objek atau benda di depan mata, maka benda tersebut mengirimkan sinar melalui lubang diafragma mata yang dibuat dari selaput iris. Sinar tersebut dibiaskan oleh lensa mata (*crystalline lens*) dan diteruskan menembus ruang bening belakang (*vitreous humor*) dan membentuk bayangan benda yang dilihat tepat di daerah reseptor yang disebut retina. Sinar berupa bayangan itu merangsang sel reseptor dan impuls yang dihasilkan, yang selanjutnya diteruskan melalui saraf optikus ke saraf pusat (otak), kemudian timbul kesadaran penglihatan.

**Gambar 4.1** memperlihatkan bagian dari mata. Lensa mata berfungsi meletakkan bayangan objek tepat di lapisan retina dengan cara mengembungkan atau menipiskan lensa. Retina adalah suatu lapisan sel peka cahaya yang terdapat di bagian belakang mata. Retina terdiri atas berjuta-juta sel peka cahaya yang mempunyai dua bentuk, yaitu bentuk batang dan bentuk kerucut. Dalam satu mata manusia terdapat sekitar 115 juta sel peka berbentuk batang dan sekitar 6,5 juta sel peka yang berbentuk kerucut. Sel batang peka pada cahaya lemah (sinar tidak berwarna), sedangkan sel kerucut peka pada cahaya kuat (putih dan warna cerah lainnya). Sel peka itu jika menerima rangsangan sinar diteruskan sebagai impuls ke saraf mata (optikus).



Gambar 4.1 Sistem anatomi pada mata (Medicine Net.Inc 2004)

Beberapa hal yang harus diperhatikan pada saat pengujian karakter visual, terutama mutu warna produk adalah (1) Warna latar belakang produk sebaiknya berwarna netral seperti putih, krem atau putih tulang, sehingga tidak memengaruhi warna produk yang diuji, dan harus sama untuk semua perlakuan atau produk yang diuji; dan (2) Perlu diperhatikan jenis sumber cahaya, sudut cahaya datang yang mengenai sampel, dan jarak sumber cahaya ke sampel, sudut pandang panelis, dan karakteristik bahan, terutama kemampuan bahan untuk memantulkan dan meneruskan cahaya. Yang juga harus dipastikan adalah panelis yang melakukan pengujian warna produk tidak buta warna dan memiliki mata yang normal dan sehat.

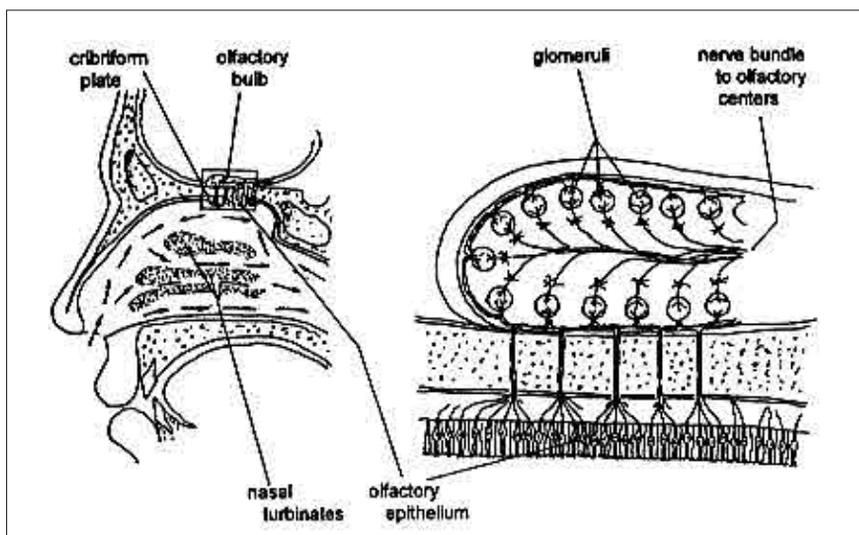
#### 4.2.2 Karakter *Flavor*

*Flavor* adalah istilah kesan yang diterima melalui sensasi kimia dari produk yang berada di dalam mulut. Cakupan *flavor* meliputi: (1) Aromatik, yaitu persepsi *olfaktori* karena senyawa volatil yang dilepaskan oleh produk pada saat berada di dalam mulut melalui bagian belakang rongga hidung; (2) Rasa atau cecap, yaitu persepsi *gustatori* (manis, asin, asam, pahit, dan umami) yang disebabkan oleh senyawa yang larut dalam rongga mulut; (3) Faktor sensasi kimia, yaitu yang menstimulasi ujung saraf dalam membran lunak di bagian belakang rongga mulut, seperti sepat (*astringency*), pedas (*spicy*), panas, dingin, menggigit, dan metalik.

#### *Karakter Bau/Aromatik Produk*

Bau pada produk pangan biasanya diistilahkan dengan aroma, sedangkan untuk produk kosmetik dan parfum dikenal dengan istilah fragran. Bau/aroma/fragran suatu produk terdeteksi ketika senyawa yang bersifat volatil (mudah menguap) masuk dan melewati saluran hidung dan diterima langsung oleh sistem penciuman (*ortonasal*) yang dikenal dengan nama sistem olfaktori. Senyawa volatil yang diterima oleh sistem olfaktori dapat juga berasal dari produk pangan yang berada di dalam mulut (*retronasal*). Hal tersebut karena dari sisi anatomi, rongga mulut dan rongga hidung saling terhubung.

Senyawa volatil penyebab aroma yang terbawa oleh udara dirasakan oleh epitelium olfaktori yang terdapat di langit-langit rongga hidung. Molekul penyebab bau merangsang berjuta-juta silia seperti rambut halus yang menutupi epitelium dengan mekanisme yang belum begitu dapat dimengerti secara ilmiah. Anatomi hidung sedemikian rupa sehingga hanya sedikit fraksi udara yang terhirup mencapai epitelium sistem olfaktori melalui *nasal turbinates* atau bagian belakang dari mulut pada saat penelanan. Signal dihasilkan dari kurang lebih 1000 tipe sel sensoris yang melewati *cribiform plate* di dalam olfaktori *bulb* yang kemudian disortasi oleh glomeruli sebelum masuk ke pusat saraf olfaktor (**Gambar 4.2**). Kemampuan seseorang untuk mendeteksi sumber bau berbeda-beda, tergantung pada sensitivitas indra pencium dan jenis senyawa aroma yang diuji. Kasus buta bau/*odor* total (*anosmia*) jarang ditemui, tetapi kasus *anosmia* atau ketidakmampuan dalam mendeteksi bau yang spesifik merupakan kasus yang biasa. Untuk alasan tersebut, panelis yang potensial harus diseleksi untuk menguji kemampuan dan kepekaan menggunakan jenis senyawa aroma yang akan diujikan.



Gambar 4.2 Anatomi sistem olfaktori (Meilgaard *et al.* 2016)

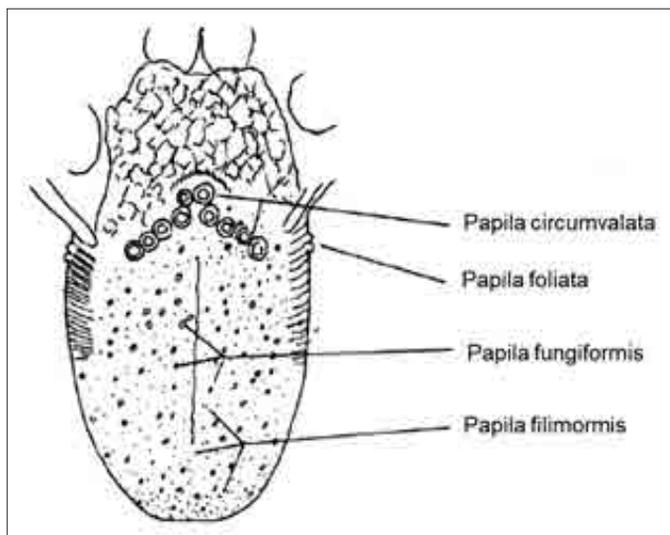
Kepekaan sel epitelium olfaktori akan berkurang jika dinding rongga hidung kering dan pucat; dan kepekaan akan meningkat jika dinding itu merah, menebal dan basah. Jika orang sedang sakit pilek, maka kepekaannya dapat

sangat berkurang atau hilang sama sekali karena epitelium tertutup oleh lendir dan rongga hidung tersumbat, sehingga tidak ada udara yang dapat mengalir dan melewati sel peka. Rangsangan bau juga dapat berasal dari rongga mulut atau tenggorokan pada waktu mengeluarkan nafas atau menelan. Kepekaan seseorang dalam mendeteksi aroma sangat tergantung dari keadaan fisiologis dan psikologisnya, misalnya kondisi lapar dan kenyang, *mood*, konsentrasi, ada tidaknya infeksi respiratori, dan khusus untuk perempuan adalah siklus menstruasi dan kehamilan.

### *Karakter Rasa*

Rasa adalah persepsi akibat adanya senyawa kimia yang larut dalam air ludah dan diterima oleh sel peka yang berada di lidah yang dikenal dengan nama sistem gustatori. Jenis rasa dasar pada produk pangan terdiri atas lima, yaitu manis, asin, asam, pahit dan umami. Proses penginderaan rasa melibatkan deteksi senyawa tertentu yang larut dalam air, minyak atau saliva dari kuncup pengecap (*taste bud*) yang terdapat terutama pada permukaan lidah serta di mukosa langit-langit mulut di area tenggorokan. Kuncup pengecap terdiri atas ribuan sel saraf yang mengelompok membentuk papilla di permukaan lidah. **Gambar 4.3** memperlihatkan permukaan lidah yang mengandung empat jenis papilla, yaitu *circumvalata*, *foliata*, *fungiformis*, dan *filiformis*.

Mekanisme pendeteksian rasa dasar disebabkan oleh adanya senyawa kimia yang bertanggung jawab untuk masing-masing rasa dasar. Rasa manis dihasilkan oleh keberadaan gula, beberapa jenis protein dan senyawa lain dari bahan pemanis buatan. Rasa manis sering berhubungan dengan adanya gugus aldehid dan keton yang mengandung gugus karbonil. Rasa asin dihasilkan dari adanya komponen garam (NaCl, KCl, dan garam lainnya) yang mampu mengion menjadi  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , dan  $\text{Ca}^+$ . Rasa asam disebabkan oleh adanya senyawa asam yang menghasilkan ion hidrogen  $\text{H}^+$ . Rasa pahit ditimbulkan oleh adanya senyawa alkaloid dan fenolik yang terdapat dalam bahan alam, seperti kopi, teh dan bahan tanaman lain. Rasa dasar kelima, yaitu rasa umami dihasilkan oleh komponen asam amino seperti asam glutamat yang terdapat di dalam bahan monosodium glutamat (MSG) dan bahan pangan yang difermentasi (keju, tempe, kecap, dan lain-lain), atau yang tidak difermentasi (jamur, tomat, kacang, daging, dan lain-lain).



Gambar 4.3 Permukaan lidah manusia sebagai sistem gustatori (Meilgaard *et al.* 2016)

Mekanisme deteksi rasa dasar secara garis besar terdiri atas dua cara, yaitu melalui saluran ion dan berikatan dengan sel reseptor spesifik yang dikenal dengan nama *G-protein couple receptor*. Untuk rasa dasar yang disebabkan oleh senyawa yang mampu mengion, seperti rasa asin dan asam, maka mekanisme pendeteksian melalui mekanisme saluran ion yang ada pada kuncup pengecap. Rasa dasar lain (manis, pahit dan umami) dideteksi melalui ikatan dengan reseptor spesifik pada kuncup pengecap. Mekanisme pencicipan rasa dasar yang didasarkan pada pemetaan lidah (depan, pinggir, tengah, dan belakang) yang selama ini dikenal merupakan mitos dan pemahaman yang salah.

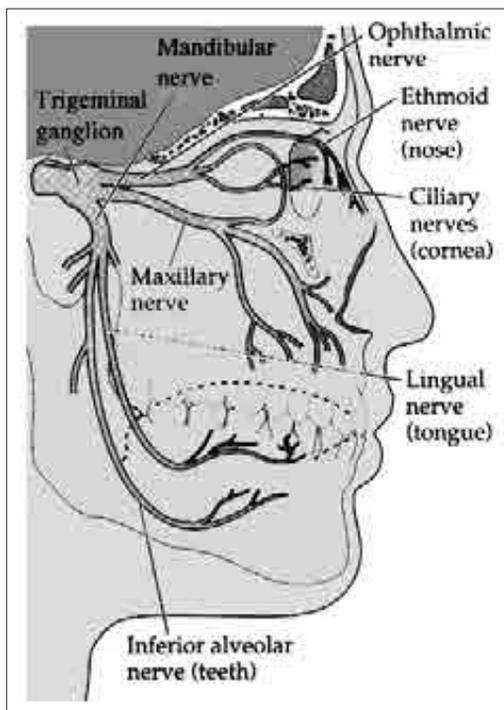
Kemampuan dalam mendeteksi rasa dari suatu senyawa yang merangsang indra pencicip dan menghasilkan persepsi dipengaruhi oleh suhu, viskositas, laju, waktu dan area aplikasi stimulus, keadaan kimiawi pada saliva dan adanya senyawa yang berasa lain dalam larutan yang dicicip. Kasus *ageusia* atau tidak adanya indra pencicip sangat jarang ditemui. Namun, variasi dalam kepekaan pencicipan, terutama kemampuan membedakan tipe rasa pahit dari senyawa yang berbeda merupakan kasus yang biasanya ditemui.

### *Sensasi Kimia dan Trigeminal*

Sensitivitas kimiawi sebenarnya tidak hanya dapat dirasakan di mulut dan hidung saja, yang kemudian direspons sebagai rasa dan aroma atau *flavor*, tetapi dapat juga dirasakan di seluruh tubuh. Mukosa membran pada anus, kornea mata juga sensitif terhadap stimulus kimiawi. Di bagian muka terdapat ganglion trigeminal yang menghubungkan saraf-saraf yang berada di mata, hidung dan mulut (**Gambar 4.4**). Stimulasi trigeminal yang dikenal di antaranya adalah *fizzi tingle* (di lidah terasa banyak semut) dari keberadaan CO<sub>2</sub> dalam minuman soda atau berkarbonat, sensasi panas dan terbakar dari cabe, sensasi panas dan *pungency* (“nyegrak”/“pahang”/menggigit) dari rempah-rempah seperti jahe, kunyit, *mustard*, wasabi, bawang mentah, dan lain-lain. Pada kebanyakan senyawa, untuk menghasilkan respons trigeminal diperlukan konsentrasi bahan yang lebih tinggi dibandingkan jika respons yang diinginkan adalah respons gustatori atau olfaktori saja.

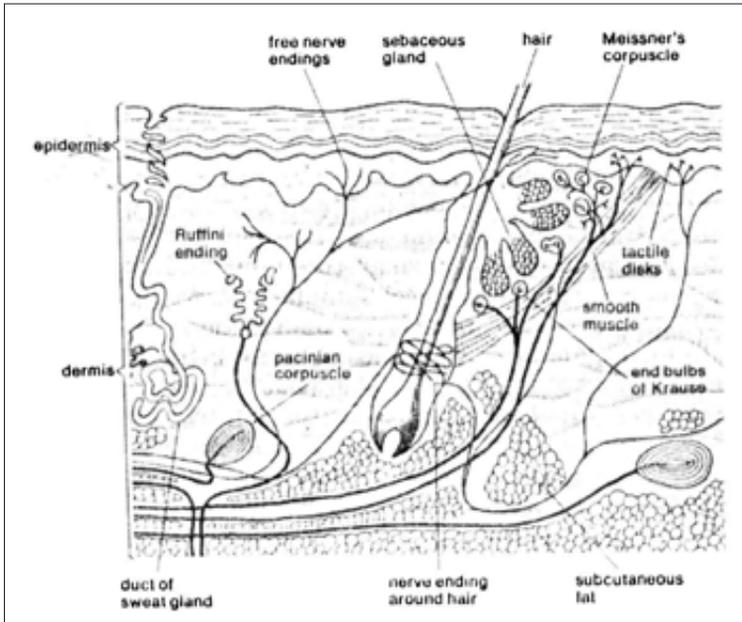
### 4.2.3 Karakter Tekstur

Atribut tesktur produk pangan dipilah lagi menjadi tiga istilah, yaitu viskositas untuk produk cairan yang menyerupai *fluida* Newtonian homogen, konsistensi untuk cairan dan semi-padat non-Newtonian atau heterogen, dan tekstur untuk produk padat dan semi-padat. Lebih lanjut tekstur merupakan parameter yang lebih kompleks yaitu terdiri atas: (a) Sifat mekanis dan diukur berdasarkan gaya penekanan atau *stress* pada produk pangan. Karakter ini biasa diukur dengan menggunakan ujung jari atau penggigitan dan pengunyahan di dalam rongga mulut; dan (b) Sifat taktil yang diukur sebagai sifat geometris partikel (berserat, berpasir, kristalin, dan berlapis-lapis) atau sifat kelembapan produk (basah, berminyak, lembab, dan kering) dengan saraf taktil yang berada di permukaan tangan, bibir dan lidah.



Gambar 4.4 Sistem saraf trigeminal di bagian muka (<http://zingerone.foodsci.cornell.edu/>)

Persepsi dari indra perabaan dapat diklasifikasikan menjadi “*somethesis*” (indra taktil, yang dirasakan di kulit) dan *kinesthesia* (indra untuk penekanan atau *proprioception*). **Gambar 4.5** memperlihatkan sistem saraf pada kulit yang berperan dalam sensasi taktil. Ujung saraf di permukaan bertanggung jawab terhadap sensasi perabaan (*somethesis*) seperti panas, dingin, gatal dan geli. Tekanan yang dalam, kinestetik, dirasakan melalui serat saraf pada otot, tendon dan sendi yang memiliki fungsi utama adalah indra penekanan/tension dan relaksasi dari otot.



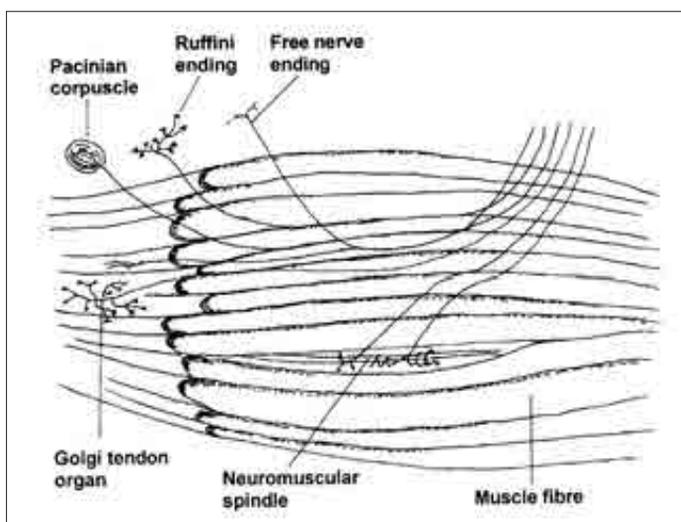
Gambar 4.5 Sistem anatomi kulit dan bagian yang berperan dalam sensasi taktil (Meilgaard *et al.* 2016)

**Gambar 4.6** memperlihatkan urat saraf yang berada di dalam otot. Persepsi kinestetik berhubungan dengan pergerakan mekanis dari otot (kekompakan/berat, kekerasan, kelengketan, dan lain-lain) yang dihasilkan dari tekanan yang diberikan oleh otot tangan, rahang atau lidah dan sensasi yang dihasilkan dari pergeseran (kompresi, pergeseran, putus/patah) dari sampel yang dipegang, dikunyah, dan lain-lain. Sensitivitas permukaan bibir, lidah, muka dan tangan lebih tinggi daripada daerah badan lainnya, sehingga lebih mudah dan peka dalam mendeteksi perbedaan gaya yang kecil, perbedaan jenis partikel, dan perbedaan sifat termal dan kimia dari manipulasi tekstural lainnya.

#### 4.2.4 Karakter Auditori/Bunyi/*Noise*

Bunyi produk dihasilkan selama proses penggigitan dan pengunyahan. Atribut bunyi sering tidak diperhatikan, namun sebetulnya merupakan atribut sensoris yang penting dan tidak dapat diabaikan, terutama untuk produk pangan yang sangat mementingkan kerenyahan. Bunyi “kriuk” dari

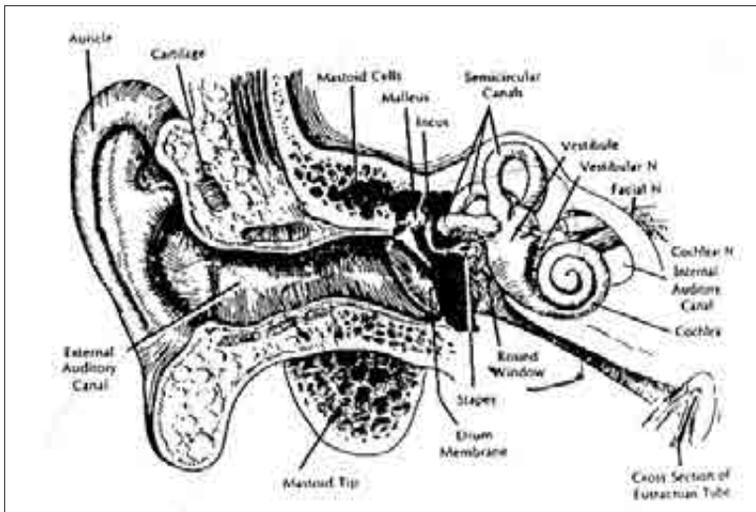
produk keripik diasosiasikan dengan menonjolnya atribut kerenyahan dari produk tersebut dan akan menghasilkan intensitas serta jenis bunyi yang berbeda antara produk keras dan produk yang sudah melempem. Kriteria *pitch*, *loudness* dan *persistence* merupakan keseluruhan impresi sensoris melalui indra pendengaran. Parameter *pitch* menunjukkan frekuensi suara. Perbedaan *pitch* dalam mematahkan produk pangan (*renyah*, *crispy*, *crunchy*, dan *brittle*) merupakan *input* sensoris yang digunakan sebagai indikator kerenyahan dan penurunan mutu “melempem”. *Loudness* adalah intensitas suara, sedangkan *persistence* adalah ketahanan suara terhadap waktu. Istilah *crispy* dan *crunchy* biasanya dibedakan dari frekuensi suara yang dihasilkan produk pada saat patah. Sifat *crispy* memberikan frekuensi suara yang lebih tinggi dan nyaring dibandingkan *crunchy*.



Gambar 4.6 Sensoris kinestetik atau mekanis pada otot dan daging (Meilgaard *et al.* 2016)

**Gambar 4.7** menunjukkan irisan melintang dari telinga manusia. Vibrasi di medium lokal, biasanya oleh udara, menyebabkan gendang telinga (*eardrum*) bervibrasi. Vibrasi tersebut kemudian ditransmisikan melalui tulang kecil di telinga bagian tengah yang membentuk gerakan hidraulik dan menggerakkan fluida ke bagian dalam telinga. *Cochlea* dan spiral canal yang

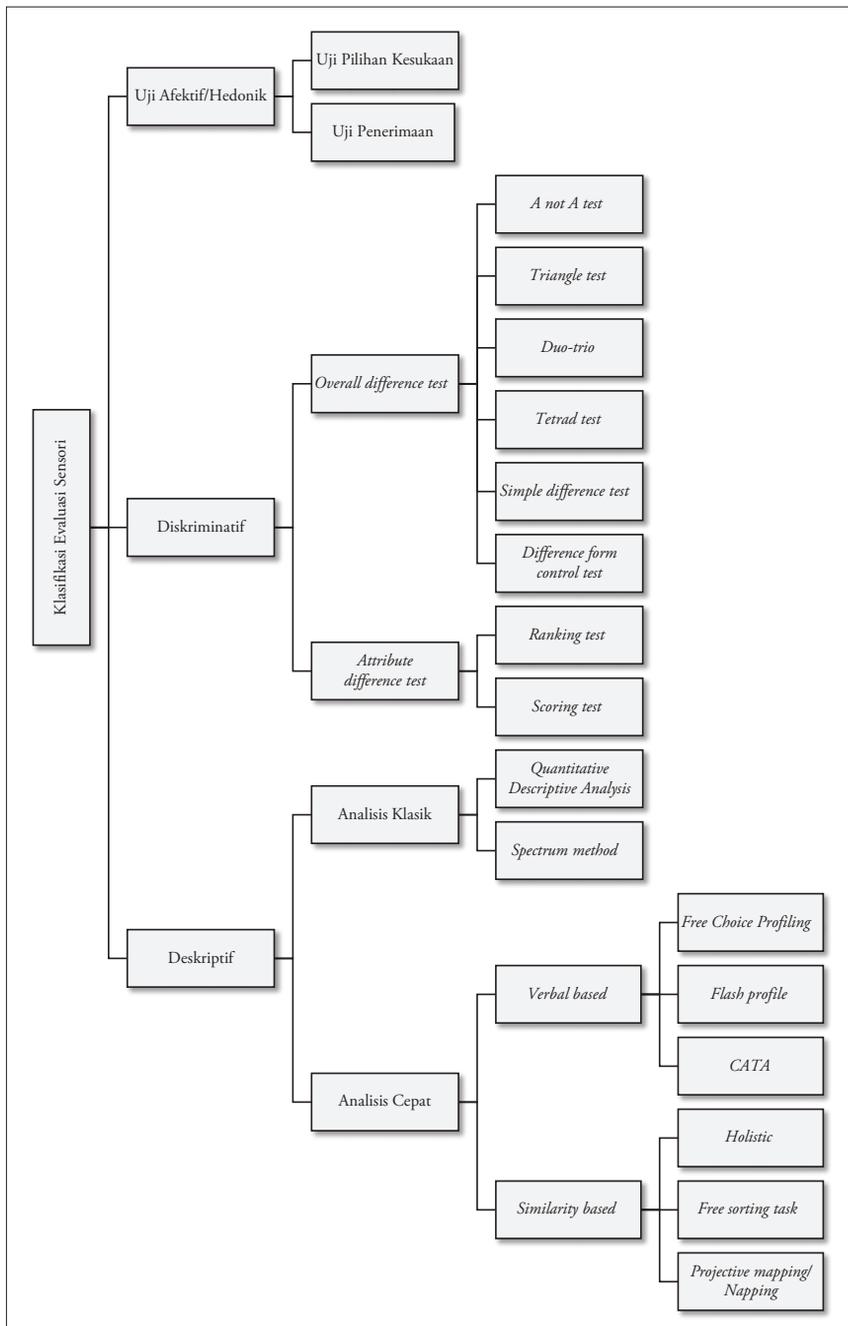
ditutupi oleh rambut halus mengirimkan impuls saraf ke otak. Pengukuran kerenyahan dilakukan dengan membiasakan panelis dengan konsep intensitas, pengukuran desibel dan *pitch* yang menggambarkan frekuensi gelombang suara. Sumber variasi yang mungkin terjadi dan harus dikontrol adalah pembentukan dan/atau propagasi suara di dalam tempurung kepala tetapi di luar telinga, misalnya pergerakan rahang atau gigi dan propagasi melalui struktur tulang.



Gambar 4.7 Susunan anatomi telinga (Meilgaard *et al.* 2016)

### 4.3 Metode Analisis Sensoris

Secara garis besar, metode analisis sensoris dibagi menjadi tiga kategori, yaitu uji afektif/hedonik, uji diskriminatif/pembedaan, dan uji deskriptif. Uji afektif atau hedonik menggunakan panelis tidak terlatih, yaitu konsumen, sedang uji diskriminatif/pembedaan dan uji deskriptif menggunakan panelis terlatih. **Gambar 4.8** menjelaskan klasifikasi metode analisis sensoris.



Gambar 4.8 Klasifikasi metode analisis sensoris

### 4.3.1 Uji Afektif/Hedonik

Uji afektif digunakan untuk mengetahui apakah produk disukai (*acceptance test*) atau produk mana yang lebih disukai (*preference test*). Panelis yang digunakan adalah panelis tidak terlatih dan dapat diseleksi berdasarkan penggunaan produk.

#### *Uji Penerimaan (Acceptance Test)*

Uji penerimaan (*acceptance test*) menunjukkan sebuah pengalaman, atau fitur pengalaman yang ditandai dengan sikap positif terhadap produk pangan; dan/atau pemanfaatan aktual (seperti pembelian atau mengonsumsi) produk pangan oleh konsumen. *Acceptance test* digunakan untuk mengukur penerimaan atau kesukaan terhadap suatu produk pangan, serta memberikan perkiraan penerimaan produk pangan berdasarkan pada sifat sensorisnya.

Prinsip pengujian: Satu atau dua sampel produk disajikan kepada panelis, dan panelis diminta untuk memberikan nilai seberapa suka atau seberapa diterima produk tersebut dengan skala yang sudah ditetapkan. Analisis hasil dengan menggunakan uji  $X^2$ .

#### *Uji Pilihan Kesukaan (Preference Test)*

Uji kesukaan atau *preference test* menunjukkan ekspresi tingkat kesukaan yang lebih tinggi, pilihan satu objek di atas yang lain, dan merupakan rangkaian afeksi secara psikologis (kesenangan/ketidaknyamanan) yang menjadi dasar pilihan tersebut. *Preference test* digunakan untuk mengukur daya tarik suatu produk pangan dibandingkan produk lainnya. Hal ini berguna ketika satu produk dibandingkan langsung dengan yang lain, seperti dalam proses peningkatan mutu produk.

Prinsip pengujian: Dua buah sampel (atau lebih) disajikan kepada panelis, kemudian panelis diminta memilih sampel mana yang lebih mereka sukai. Metode ini sama dengan metode *ranking*, namun hanya menggunakan dua sampel, sehingga analisis hasilnya dapat menggunakan analisis Friedman.

### 4.3.2 Uji Perbedaan

Uji perbedaan termasuk uji analitis untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang nyata antar produk atau menguji apakah kedua sampel cukup sama, sehingga keduanya dapat saling menggantikan. Panelis yang digunakan adalah panelis terlatih yang diseleksi berdasarkan ketepatan dan kepekaan sensorisnya. Panelis juga perlu melakukan orientasi terhadap metode uji, atribut dan skala yang akan digunakan. Uji perbedaan dibagi menjadi dua kategori, yaitu *overall difference test* dan *attribute difference test*.

#### *Overall Difference Test*

*Overall difference test* dapat digunakan untuk (1) menentukan perbedaan dari perubahan bahan, proses, kemasan, atau penyimpanan; (2) menentukan apakah ada perbedaan menyeluruh di mana tidak ada atribut spesifik yang dapat diidentifikasi sebagai atribut yang memengaruhi; dan (3) memilih dan menyeleksi kemampuan panelis untuk membedakan. Ada enam metode yang dapat dipilih untuk melakukan *overall difference test*, antara lain *triangle test*, *two-out-of-five test*, *duo-trio test*, *simple difference test*, *A-not A test*, dan *different from control test*.

#### *Triangle test*

*Triangle test* (uji segitiga) digunakan untuk menunjukkan adanya perbedaan atribut sensori yang terdeteksi di antara dua sampel. Metode ini di antaranya digunakan untuk tujuan pengawasan mutu, yaitu untuk mendeteksi adanya perbedaan antar lot produksi yang berbeda, mengetahui apakah perbedaan substitusi ingridien atau perubahan lain dalam proses produksi yang akan menghasilkan perbedaan atribut sensori produk dapat dideteksi; dan untuk menyeleksi panelis.

Prinsip pengujian: Tiga sampel produk (dua di antaranya adalah produk yang sama) berkode tiga digit angka disajikan kepada panelis. Panelis diminta untuk mencicipi setiap produk dari kiri ke kanan, lalu menunjukkan sampel mana yang berbeda. Jumlah jawaban yang benar dihitung, kemudian

merujuk pada tabel *Critical number of correct responses in a triangle test* untuk menginterpretasikannya (silahkan tabel merujuk pada buku referensi evaluasi sensoris yang terkait).

### *Two-out-of-five test*

*Two-out-of-five test* (uji dua dari lima) merupakan salah satu jenis uji dalam kelompok uji perbedaan secara keseluruhan (*overall difference test*) dari dua sampel yang berbeda (A dan B). Panelis diberikan lima sampel berkode, dua di antara kelima sampel tersebut merupakan sampel dari set sampel yang sama, sedangkan tiga yang lain merupakan set sampel yang berbeda. Panelis diminta untuk mengidentifikasi (misalnya secara visual atau perabaan) kedua sampel yang berasal dari set sampel yang sama. Secara statistik, metode ini sangat efektif karena peluang untuk menjawab dua dari lima sampel adalah 1:10, namun metode ini cenderung menimbulkan kelelahan indra. Oleh karena itu metode uji ini lebih cocok diterapkan untuk pengujian sensoris secara visual, *auditory* (misalnya untuk menilai kerenyahan) dan sifat taktil (perabaan) dan tidak disarankan untuk pengujian *flavor* dan bau. Metode ini baik digunakan jika hanya sedikit panelis tersedia (misal 10 orang).

Prinsip pengujian: Lima sampel berkode disajikan kepada panelis. Panelis diminta untuk mencicipi sampel dari kiri ke kanan, lalu ditentukan dua sampel yang berbeda dari tiga sampel yang lain. Jumlah jawaban yang benar dihitung, kemudian merujuk pada tabel *Critical number of correct responses in a Two-out-of-five test* untuk menginterpretasikannya.

### *Duo-trio test*

*Duo-trio test* ini dikatakan kurang efisien dibandingkan *triangle test*, karena peluang untuk mendapatkan jawaban benar adalah 1:2. Meskipun demikian, uji ini sederhana dan mudah dimengerti. Tes ini lebih baik digunakan dengan jumlah panelis lebih dari 30 orang.

Prinsip pengujian: Panelis diberikan satu sampel dengan kode *reference*, dan dua sampel dengan kode tiga digit angka, di mana salah satunya sama dengan *reference*. Panelis diminta menentukan sampel mana yang sama dengan *reference*, kemudian jumlah jawaban benar dihitung dan merujuk pada tabel *Critical number of correct responses in duo-trio* untuk menginterpretasikannya.

### *Tetrad test*

*Tetrad test* digunakan untuk membedakan sampel dengan peluang menjawab benar 1/3, namun uji ini lebih kuat dibandingkan dengan *triangle test* atau *duo-trio*. *Tetrad test* juga lebih menghemat sampel dan panelis. Sebagai perbandingan, untuk pengujian dengan tingkat signifikansi 0,05 (95%) dan kekuatan 90% di mana  $d'$  cukup tinggi (1,5), maka dibutuhkan 87 panelis untuk *duo-trio test*, 78 panelis untuk *triangle test* dan hanya 25 panelis untuk *tetrad test*.

Prinsip pengujian: Panelis menerima empat sampel, yaitu dua dari produk A dan dua dari produk B dengan urutan acak. Panelis diminta mengelompokkan menjadi dua kelompok berdasarkan kemiripannya.

### *Simple difference test*

*Simple difference test* biasa digunakan saat *triangle* dan *duo-trio test* tidak dapat digunakan, misalnya saat membandingkan dua sampel yang sangat kuat, sampel krim wajah yang harus dioleskan sebagian, atau sampel dengan stimulus yang kompleks dan membingungkan mental panelis.

Prinsip pengujian: Dua buah sampel disajikan kepada setiap panelis, lalu ditanyakan apakah dua sampel tersebut berbeda. Setengah dari jumlah panelis menerima sepasang sampel yang berbeda dan setengahnya lagi menerima sepasang sampel yang sama sebanyak dua kali. Analisis hasil dilakukan dengan membandingkan jumlah jawaban “berbeda” dari panelis yang menerima sampel sama dan jumlah jawaban “berbeda” dari panelis yang menerima sampel yang memang beda dengan menggunakan uji  $X^2$ .

### *A – not A test*

*A-not A test* mirip dengan *simple difference test*. Yang membedakannya adalah jika salah satu dari produk adalah produk yang dianggap sebagai rujukan standar dan/atau subjek sudah familiar dengan produk tersebut. Uji ini dapat digunakan untuk menyeleksi panelis atas produk tertentu, dapat juga digunakan untuk menentukan *threshold* dengan metode Deteksi Sinyal.

Prinsip pengujian: Sampel “A” dan “*not A*” diperkenalkan kepada panelis. Lalu panelis diuji dengan menyediakan sampel “A” dan sebagian yang lain dengan sampel “*not A*” dengan kode tiga digit angka. Panelis diminta menentukan produk yang disediakan termasuk produk “A” atau “*not A*”. Analisis hasil dilakukan dengan membandingkan jumlah jawaban benar dengan menggunakan uji  $X^2$ .

### *Difference from control test*

*Difference from control test* adalah satu-satunya uji yang termasuk dalam *overall difference test* yang menggunakan skala pengukuran. Tujuan dari pengujian ini adalah: (1) menentukan apakah terdapat perbedaan antara satu atau lebih sampel dengan kontrol, dan (2) mengetahui besarnya perbedaan tersebut. Pada dasarnya *difference from control test* merupakan *simple difference test* dengan jumlah sampel lebih dari satu.

Prinsip pengujian: Setiap panelis disajikan satu buah kontrol dan beberapa produk yang diuji. Panelis diminta untuk menilai besarnya perbedaan yang ada antara sampel dengan produk control dengan menggunakan skala yang sudah ditentukan. Salah satu dari sampel yang diuji mungkin sama dengan kontrol. Analisis hasil dilakukan dengan menghitung rata-rata perbedaan dari tiap sampel dan kontrol, kemudian evaluasi hasilnya dengan *analysis of variance* (Anova).

## *Attribute Difference Test*

*Attribute difference test* dapat digunakan untuk membandingkan satu sampel dengan satu atau lebih sampel yang lain berdasarkan satu atribut sensoris, misalnya kenampakannya, kemanisannya, kekerasannya, atau intensitas relatif antar sampel. Dua metode yang termasuk dalam *attribute difference test* adalah *scoring* dan *ranking test*.

### *Scoring test*

*Scoring test* digunakan untuk membandingkan beberapa sampel, mulai dari tiga sampai maksimal delapan sampel. Panelis yang digunakan adalah panelis terlatih dengan jumlah minimum delapan orang. Jika sampel yang dibandingkan menimbulkan kelelahan, maka perlu diperhatikan rancangan percobaan yang baik.

Prinsip pengujian: Beberapa sampel disajikan kepada panelis, baik sekaligus maupun satu per satu. Panelis diminta untuk menilai intensitas atribut sensoris dengan skala angka, misalnya dengan skala kategori. Analisis hasil dilakukan dengan menghitung rata-rata perbedaan dari tiap sampel dan kontrol, kemudian diuji statistiknya dengan Anova.

### *Ranking test*

*Ranking test* digunakan untuk membandingkan beberapa sampel berdasarkan satu atribut. Kelebihan dari metode ini adalah kesederhanaannya, cepat, hanya membutuhkan sedikit pelatihan, aplikasinya luas, tidak membutuhkan banyak waktu, dan dapat digunakan untuk seleksi di awal. Kelemahan dari metode ini adalah data bersifat ordinal, dan tidak ada ukuran derajat perbedaan dari tiap responden atau atribut yang diukur. Jika sampel lebih dari tiga, maka metode ini tidak dapat membedakan sebaik uji dengan menggunakan skala/*skoring*.

Prinsip pengujian: Panelis diberi beberapa sampel dan diminta mengurutkan intensitas dari suatu atribut tertentu secara berurutan dari yang paling kuat ke yang paling lemah. Analisis hasil menggunakan *Friedman test*.

### 4.3.3 Uji Deskriptif

Uji deskriptif merupakan uji analitis yang digunakan untuk mengetahui apa dan bagaimana perbedaan karakteristik sensoris spesifik dari produk. Uji deskriptif dapat digunakan untuk memperoleh deskripsi sensoris produk secara utuh, membantu mengidentifikasi bahan tertentu dan variabel pada proses, serta memastikan atribut sensoris mana yang penting bagi penerimaan produk. Informasi ini dapat digunakan untuk pengembangan produk baru, memperbaiki produk atau proses, dan berguna juga untuk pengendalian mutu rutin. Analisis uji deskriptif dibagi menjadi dua, yaitu analisis klasik dan analisis cepat. Metode analisis klasik membutuhkan panelis terlatih yang sudah melalui tahap seleksi dan pelatihan selama minimal 65 jam. Berbeda dengan metode klasik, metode analisis cepat (*rapid analysis*) dapat menggunakan panelis tidak terlatih.

#### *Analisis Deskriptif Klasik*

Analisis deskriptif secara klasik wajib menggunakan panelis terlatih. Panelis terlatih yang digunakan untuk analisis deskriptif harus melewati beberapa tahap seleksi dan pelatihan yang lebih intensif dibandingkan panelis terlatih untuk uji pembedaan. Komponen penilaian dalam analisis deskriptif meliputi empat aspek, yaitu: (1) aspek kualitatif, yaitu karakteristik atribut sensoris yang ada pada produk, (2) aspek kuantitatif, yaitu intensitas atribut sensoris yang dinilai dengan skala, (3) aspek waktu, yaitu atribut sensoris dapat terdeteksi pada waktu tertentu sehingga aspek waktu perlu dipertimbangkan dan disepakati, (4) aspek keseluruhan, yaitu total intensitas aroma, *flavor*, amplitudo (keseimbangan komponen tersebut, sehingga dirasakan pas), dan perbedaan keseluruhan. Yang termasuk ke dalam metode analisis deskriptif klasik antara lain *quantitative descriptive analysis* (QDA), dan *Spectrum method*.

#### *Quantitative Descriptive Analysis*

QDA adalah teknik standar dan utama dalam ilmu sensoris yang dikembangkan di awal tahun 1970-an. Tahapan dalam QDA antara lain penetapan desain percobaan, seleksi panelis, pengembangan istilah dan standar rujukan, evaluasi

sampel dan analisis data. Hal penting yang perlu diperhatikan dalam QDA antara lain replikasi, jumlah panelis terlatih, *carry-over*, dan jumlah sampel per sesi. Replikasi setidaknya dilakukan sebanyak tiga kali. Metode aslinya menyarankan replikasi sebanyak 4–6 kali. Panelis terlatih yang digunakan sebanyak 8–12 orang. Jika sampel produk dapat menimbulkan efek *carry-over* karena senyawa yang ada di dalam produk (misalnya pedas, atau *astringent*/sepet), maka rancangan percobaan *incomplete blocked design* dapat digunakan. Jumlah sampel yang diuji secara umum sebanyak 3–6 sampel. Seleksi dan pelatihan panelis harus mengikuti standar untuk dapat dikatakan sebagai panelis terlatih.

### *Spectrum Method*

*Spectrum method* mulai dikembangkan di akhir tahun 1970-an. Tidak seperti QDA yang menghasilkan istilah berdasarkan konsensus, *spectrum method* menggunakan skala tetap dan atribut *lexicon*.

Prinsip pengujian: panelis menilai intensitas atribut sensoris yang dirasakan dengan merujuk pada skala intensitas absolut yang telah dipelajari. Tujuannya agar hasil profil sensoris dapat dimengerti dan digunakan secara universal, tidak hanya di waktu yang akan datang, namun juga di laboratorium lainnya. Untuk mencapai tujuannya, metode ini menyediakan atribut standar yang diberi nama *Lexicon*, yang berisi kosa kata dan standar yang menjelaskan intensitas pada skala yang digunakan. Skala yang digunakan umumnya adalah skala garis atau angka dari 0 sampai 15.

### *Analisis Deskriptif Cepat*

Konsumen adalah penentu keputusan apakah produk akan sukses di pasar atau tidak. Oleh karena itu, opini mereka menjadi penting dan menjadi sorotan dalam sepuluh tahun terakhir ini. Analisis deskriptif cepat mulai dikembangkan sejak tahun 1970-an dan mulai populer sejak tahun 2010. Analisis deskriptif cepat dapat menggunakan panelis tidak terlatih. Metode ini dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu metode yang berdasarkan kosa kata, dan metode yang berdasarkan tingkat kesamaannya. Metode yang berdasarkan kosa kata antara lain *Free choice profiling*, *Flash profile*, dan *Check-*

*All-That-Apply* (CATA). Metode yang berdasarkan tingkat kemiripannya antara lain *Holistic*, *Free sorting task*, dan *Projective mapping/napping*. Terdapat metode deskriptif cepat yang lain, yaitu *Ideal Profile Method* yang merupakan modifikasi dari QDA dengan menggunakan panelis tidak terlatih, namun metode ini kemudian berkembang menjadi metode lain yang lebih baru. Secara umum, analisis data dengan metode deskriptif cepat banyak menggunakan uji statistik *Generalized Procrustes Analysis* (GPA), *Principal Component Analysis* (PCA), dan *Multiple Factor Analysis* (MFA).

### *Free Choice Profiling*

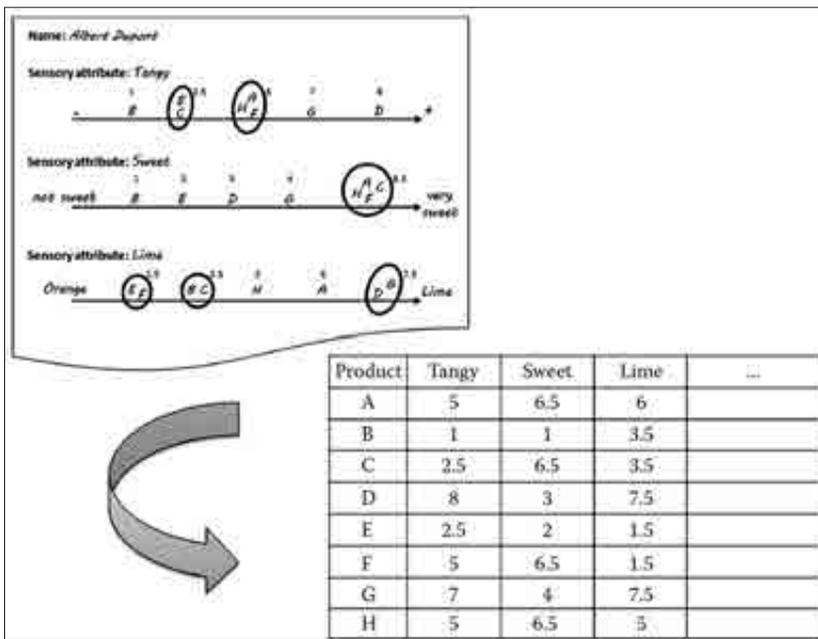
*Free choice profiling* (FCP) dikembangkan pertama kali pada tahun 1981 sebagai metode analisis profil sensoris yang baik yang digunakan oleh panelis tidak terlatih. Prinsip pengujian FCP adalah panelis menggunakan daftar karakteristik sensoris menurut bahasa panelis sendiri untuk mengevaluasi produk. FCP menggunakan asumsi bahwa setiap orang tidak berbeda dalam persepsi mereka terhadap produk, namun berbeda dalam cara memberikan label atau mengekspresikannya. Selain itu, FCP juga mengasumsikan bahwa dengan menggunakan kosa kata mereka sendiri, panelis dapat menilai satu set produk secara konsisten.

Prinsip pengujian: Tiga tahap dalam prosedur FCP antara lain seleksi panelis, penyusunan kosa kata, dan evaluasi sampel. Panelis yang biasa digunakan berjumlah 25–35 orang. Panelis untuk FCP harus objektif, mampu menggunakan skala, dan konsisten menggunakan kosa kata yang telah dikembangkan. Penyusunan kosa kata dilakukan dengan menyajikan satu set sampel kepada panelis dan panelis diminta menuliskan deskripsi yang sesuai dengan produk tersebut. Pada beberapa kasus, panelis diminta mendaftarkan istilah yang digunakan, menjelaskan artinya, dan mengeliminasi yang tidak diperlukan. Evaluasi sampel umumnya dilakukan dengan menggunakan skala garis 6–15 cm. Sampel disajikan secara bersamaan (4–6 sampel) sesuai dengan rancangan percobaan yang telah ditetapkan.

### Flash Profile Method

Metode *flash profile* merupakan metode pengukuran secara sekaligus yang menekankan pada posisi sensoris relatif dari produk yang dievaluasi. Ukuran panel yang paling sering digunakan adalah 40–50 peserta, tergantung pada tujuannya panel yang digunakan bisa bervariasi dari 24–200 konsumen.

Prinsip pengujian: Pengujian dilakukan di bilik sensoris. Panelis/subjek disajikan dengan seluruh rangkaian produk, kemudian mereka diminta untuk menggambarkan atribut non-hedonis dengan bebas baik jenis maupun jumlah atributnya. Lalu subjek diminta untuk memberikan peringkat pada semua sampel untuk setiap atribut yang muncul, dari yang paling lemah hingga yang paling kuat pada skala garis. Subjek diminta untuk fokus pada perbedaan antara produk (**Gambar 4.9**).



Gambar 4.9 Contoh hasil pengujian dengan metode *Flash profile*

### *Check-All-That-Apply*

Metode *Check-All-That-Apply* (CATA) merupakan metode evaluasi sensoris berbasis konsumen. Metode CATA merupakan metode yang sederhana dan cepat untuk mengumpulkan informasi mengenai suatu produk berdasarkan persepsi konsumen. Metode ini meminta panelis untuk memilih atribut sensori yang dianggap tepat untuk menggambarkan suatu produk (Ares dan Tomasco 2014). Data pada CATA bersifat dikotomis, yaitu 1 untuk menggambarkan kehadiran suatu atribut sensori dalam produk, dan 0 untuk menggambarkan ketidakhadiran atribut sensori tersebut. Di samping cepat dan spontan, keuntungan lain metode CATA dibandingkan dengan metode yang lain adalah dapat meminimalisasi waktu dan efek kognitif yang diminta dari panelis, memiliki kemampuan untuk melihat bagaimana konsumen memahami produk dari sudut pandang sensori, dan bagaimana karakteristik sensori dapat menyusun pola persepsi dari konsumen.

Prinsip pengujian: Panelis diberikan sejumlah sampel, kemudian panelis diminta membaca daftar atribut yang telah disediakan. Untuk setiap produk, panelis diminta untuk memilih atau memberi tanda pada daftar atribut yang dapat mereka deteksi/rasakan pada produk tersebut, sebelum beralih ke sampel berikutnya. Oleh karena itu, kosa kata atribut sensoris perlu ditetapkan sejak awal dan urutan sampel yang disajikan menjadi bagian dari rancangan percobaan.

### *Projective Mapping/napping*

*Projective mapping/napping* merupakan sebuah peta dinamis yang dapat diubah selama pengujian. Metode *Projective mapping* ini mirip dengan metode *napping*. Perbedaannya hanya terletak pada ukuran kertas yang digunakan, bingkai yang ada pada kertas, dan metode analisisnya. *Projective mapping* dapat menggunakan kertas A4 atau A3 atau kertas yang berukuran 60x60 cm<sup>2</sup>, dengan bingkai *axis* atau garis kisi atau kosong, dan analisis statistik bisa menggunakan *Generalized Procrustes Analysis* (GPA), *Principial Component Analysis* (PCA), MDS-INDSCAL, atau STATIS. Metode *Napping* yang lebih

sederhana dan baku menggunakan kertas kosong berukuran 60x40 cm<sup>2</sup>, dan analisis statistik data tidak berskala dengan *Multiple Factor Analysis* (MFA). Pada metode ini, semua sampel disajikan secara bersamaan.

Prinsip pengujian: Panelis diberikan seluruh sampel yang telah diacak sesuai dengan rancangan percobaan, kemudian diminta untuk mencicipi sampel pertama, lalu meletakkan catatan kecil pada bidang yang disediakan secara abstrak, bukan matematis. Setelah itu, sampel kedua dicicipi, dan panelis memberikan tanda pada bidang yang sama. Kedekatan dan arah yang sama antara sampel menunjukkan kemiripan. Jika letaknya berjauhan, menunjukkan perbedaan. Panelis boleh memindahkan atau memperbaiki posisi sampel sebelumnya selama mencicipi sampel berikutnya sampai selesai. Jika sudah selesai, tandai dengan pasti pada bidang kertas tersebut dengan menuliskan kodenya. Penelis juga dapat menuliskan kata atau atribut untuk setiap sampel pada bidang tersebut.

## 4.4 Panelis dalam Uji Sensoris

Kunci dari kesuksesan sebuah evaluasi sensoris antara lain: (1) ditetapkannya tujuan yang jelas, (2) pengembangan strategi dan desain eksperimental yang kuat, (3) penerapan teknik analisis statistik yang tepat, (4) mengikuti praktik etika yang baik, dan (5) memberikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti untuk pengambilan keputusan. Seorang analis sensoris perlu mendapatkan pelatihan untuk memastikan bahwa ia memiliki kemampuan teknis dan keterampilan interpersonal yang baik untuk menghasilkan data yang valid. Data yang valid merupakan hasil pengukuran atau respons atau kesan atau reaksi kejiwaan manusia yang jujur, spontan, murni tanpa dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Oleh karena itu, dalam menyelenggarakan evaluasi sensoris, terdapat tiga hal utama yang harus dikendalikan, yaitu lingkungan pengujian, produk, dan panelis. Hal ini untuk meyakinkan bahwa pengambilan data valid, menghasilkan data yang konsisten, serta meminimalkan efek psikologis dari manusia sebagai instrumen uji.

Alat ukur atau instrumen dalam evaluasi sensoris adalah indra manusia. Namun, indra manusia memiliki sensitivitas yang berbeda-beda dan panelis memiliki persepsi yang berbeda-beda. Untuk menghasilkan data yang valid,

panelis dalam evaluasi sensoris dibagi menjadi dua, yaitu panelis terlatih dan panelis tidak terlatih. Perlu ditegaskan bahwa tidak ada yang disebut panelis semi terlatih. Panelis terlatih adalah panelis yang telah diseleksi dan telah mengikuti pelatihan menjadi panelis terlatih. Panelis tidak terlatih adalah orang awam yang biasa digunakan pada uji konsumen.

Di dalam ISO 8586 (2012), mengenai pedoman untuk melaksanakan rekrutmen, seleksi, pelatihan dan pengujian kinerja panel sensoris, panel sensoris diklasifikasikan menjadi empat, yaitu (1) panel awam (*naïve sensory assessors*); (2) panel sensoris pemula (*initiated sensory assessors*); (3) panel sensoris terseleksi (*selected sensory assessors*); dan (4) panel sensoris ahli atau terlatih (*expert sensory assessors*). Syarat umum untuk menjadi panelis baik terlatih maupun tidak terlatih adalah mempunyai perhatian dan minat terhadap pekerjaan ini, dan dapat menyediakan waktu khusus untuk penilaian, serta mempunyai kepekaan yang dibutuhkan.

Berdasarkan pengujiannya, tahapan untuk menjadi panelis terlatih pun berbeda. Panelis terlatih untuk uji pembedaan berbeda dengan panelis terlatih untuk uji deskriptif. Secara umum, tahap yang harus dilalui untuk menjadi panelis terlatih adalah tahap seleksi dan tahap pelatihan. Setiap tahap memiliki tahap proses yang lebih rinci.

Untuk uji pembedaan, ada lima tahap yang harus dilalui untuk menjadi panelis terlatih, yaitu empat tahap seleksi dan tahap pelatihan. Tahap seleksi dilakukan dengan (1) uji kecocokan, (2) uji deteksi/pembedaan, (3) uji *ranking/rating* untuk intensitas, dan (4) interpretasi hasil dari tahap seleksi. Tahap pelatihan dilakukan untuk memastikan sikap profesional panelis pada analisis sensoris yang akan dilakukan.

Untuk uji deskriptif, ada lima tahap seleksi yang harus dilalui dan lima tahap pelatihan. Seleksi dimulai dengan (1) praseleksi menggunakan kuisisioner, (2) uji ketajaman, (3) penyaringan dengan uji *ranking/rating* untuk uji deskriptif, (4) wawancara, dan (5) panel percobaan/tiruan. Tahap pelatihan untuk uji deskriptif terdiri atas: (1) Pengembangan terminologi selama 15–20 jam; (2) Pengenalan pada skala deskriptif selama 10–20 jam; (3) Pelatihan awal selama 15–40 jam; (4) Uji pembedaan kecil pada produk selama 10–15 jam; dan (5) Pelatihan akhir selama 15–40 jam.

## 4.5 Laboratorium Sensoris

Secara umum, fasilitas uji sensoris harus memenuhi tiga syarat, yaitu (1) menjadikan kegiatan uji sensoris efisien, (2) dapat mengatasi gangguan konsentrasi panelis yang disebabkan operasional, peralatan dan personel laboratorium, dan (3) dapat meminimalisasi gangguan antar responden dalam pelaksanaan evaluasi sensoris. Oleh karena itu, fasilitas untuk melakukan evaluasi sensoris sedikitnya memiliki tiga ruang yang terdiri atas ruang penyiapan (dapur), ruang pengujian (*bilik/booth area*), dan ruang tunggu atau ruang diskusi.

### 4.5.1 Ruang Penyiapan

Ruang penyiapan bahan ini harus didesain berdasarkan produk yang akan dievaluasi. Bagian dapur harus selalu bersih dan mempunyai sarana yang lengkap untuk uji sensoris serta dilengkapi dengan ventilasi yang cukup. Sarana yang sebaiknya tersedia di ruang penyiapan antara lain meja persiapan dengan tinggi 90 cm dan lebar minimal 60 cm, bak cuci dan keran air, peralatan memasak, lemari pendingin, lemari pembeku, lemari penyimpanan tertutup, rak terbuka dan laci-laci. Arus keluar masuk panelis harus tidak melewati ruang penyiapan untuk menghindari bias (**Gambar 4.10**).



Gambar 4.10 Contoh ruang penyiapan (*dokumentasi: DLN Fibri*)

## 4.5.2 Ruang Pengujian

Ruang pengujian dibagi menjadi dua, yaitu ruang pengujian mandiri atau disebut bilik/*booth*, dan ruang pengujian bersama untuk evaluasi deskriptif maupun pelatihan (**Gambat 4.11, 4.12 dan 4.13**). Ruang pengujian harus cukup terpisah dari area ruang penyiapan bahan atau dapur, sehingga dapat mencegah migrasi aroma masakan atau bahan yang beraroma kuat sampai ke ruang pengujian. Ruang pengujian harus berpartisi (bersekat) yang dapat meminimalisasi terjadinya distraksi antar panelis, namun tidak harus membuat panelis jadi merasa terisolasi. Dalam bentuk paling sederhana, ruang pengujian dapat berupa ruangan besar dengan meja dan bilik sementara yang ditempatkan di atas meja. Kondisi evaluasi yang tenang tanpa gangguan akan meningkatkan kesuksesan evaluasi sensoris. Panduan untuk mengalokasikan ruang untuk pengujian sensoris ditunjukkan pada **Tabel 4.1**. Ruang pengujian bersama untuk evaluasi deskriptif atau pelatihan adalah tempat bertemu antara panelis dan *panel leader*. Di meja ini penjelasan instruksi kerja, pelatihan dan diskusi dapat dilakukan.



Gambar 4.11 Contoh bilik pengujian individual yang mudah dipindahkan (kiri) dan bilik individual tetap (kanan) (*dokumentasi: DLN Fibri*)

Tabel 4.1 Panduan ruang untuk pengujian sensoris

Luas Area (m <sup>2</sup> )	Jumlah Bilik	Jumlah Karyawan	Volume Pengujian Tahunan	Jumlah Subjek
36	5–6	1–2	200–300	100–200
60	6	2–3	300–400	200
75	6–8	4	400–600	300–400
100	8	5–6	700–800	400–500
150–200	2x6	8-9	> 1000	> 500

### 4.5.3 Ruang Tunggu/Ruang Diskusi

Ruang tunggu seharusnya terletak cukup berjauhan dari ruang pengujian untuk mencegah terjadinya gangguan dari orang yang di ruang tunggu terhadap panelis yang sedang di ruang pengujian. Ruang tunggu harus memiliki tempat duduk yang nyaman, pencahayaan yang baik, dan bersih. Area ini seringkali menjadi kesan pertama panelis terhadap fasilitas dan harus membuatnya merasa bahwa evaluasi ini dilakukan dengan profesional dan dikelola dengan baik. Area ini harus dimodelkan seperti ruang tunggu medis. Ruang tunggu harus cukup nyaman agar anggota panel cukup sabar untuk menanti gilirannya. Apabila akan dilakukan uji sensoris, maka panelis harus mendapatkan penjelasan umum atau khusus yang dilakukan secara lisan atau tertulis dan memperoleh format pernyataan yang berisi instruksi dan respons yang harus diisinya di ruang ini. Selanjutnya, panelis dipersilakan menempati ruang pengujian untuk kemudian disajikan sampel produk yang akan diuji.

#### 4.5.4 Ruang Lain yang Disarankan

Selain tiga ruang di atas, sebuah fasilitas untuk evaluasi sensoris akan lebih baik jika memiliki ruangan kantor, ruang penyimpanan sementara, toilet, ruang penyimpanan peralatan, dan ruang penyimpanan sampel.



Gambar 4.12 Contoh meja diskusi dengan penyekat yang dapat dinaikturunkan (*dokumentasi: DLN Fibri*)



Gambar 4.13 Contoh bilik pengujian individual tetap (*dokumentasi: DLN Fibri*)

### 4.5.5 Lingkungan

Lokasi pengujian harus mudah diakses oleh panelis dan tidak terletak di daerah yang memiliki arus lalu lintas padat seperti di dekat kafetaria, kecuali jika ada sarana untuk meredam kebisingan dan gangguan. Tata letak ruangan harus didesain agar pembersihan mudah dilakukan dan memiliki kondisi sanitasi yang baik.

Suhu dan kelembapan relatif ruang pengujian harus dipantau karena memengaruhi produk selama pengujian. Secara umum, suhu dan kelembapan relatif diatur pada tingkat yang membuat panelis merasa nyaman, kecuali jika produk yang diuji membutuhkan kondisi yang tidak biasa.

Tingkat kebisingan harus diusahakan seminimal mungkin selama pengujian. Oleh karena itu, sebaiknya ruang pengujian dibuat kedap suara dengan lantai yang dapat meminimalkan suara seperti orang melangkah atau menggerakkan benda.

Ruang pengujian harus dijaga bebas dari bau. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memasang sistem sirkulasi udara dengan filter karbon. Jika diperlukan, ruang pengujian dapat diberikan sedikit tekanan positif untuk mengurangi aliran udara masuk dari ruangan lain. Bahan konstruksi, furnitur, lantai dan peralatan yang digunakan pada ruang pengujian harus mudah dibersihkan dan bebas bau. Bahan pembersih yang digunakan harus tidak meninggalkan bau di ruang pengujian.

Dinding dan furnitur yang digunakan pada ruang pengujian harus berwarna netral, sehingga warna produk sampel tidak terpengaruh. Warna yang disarankan antara lain putih atau abu-abu muda. Abu-abu tua dapat digunakan untuk pintu dan kursi.

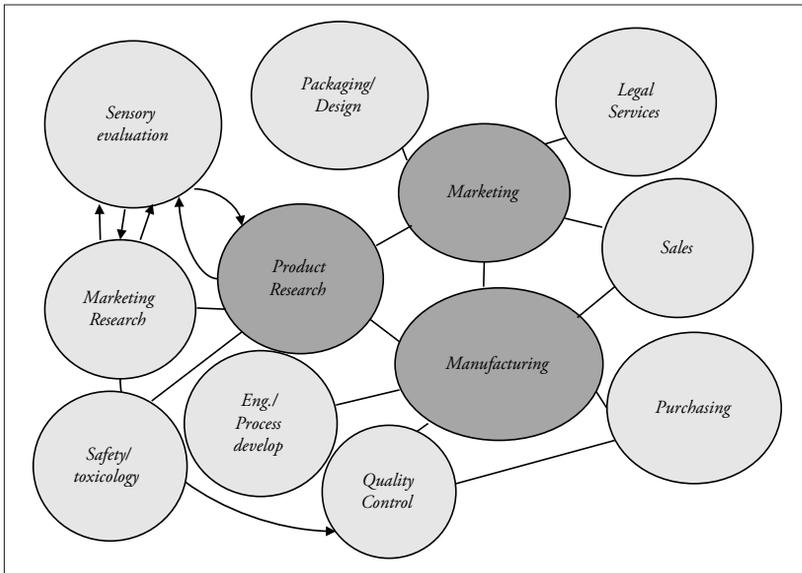
Sumber, tipe cahaya, dan tingkat pencahayaan sangat penting untuk dipertimbangkan dalam melakukan evaluasi sensoris. Pencahayaan pada ruang pengujian harus seragam, bebas dari bayangan, dan dapat dikendalikan. Sebagai contoh, lampu dengan warna suhu 6500°K akan menghasilkan warna yang baik, netral setara dengan “*northern daylight*” dan lampu dengan warna suhu 5000–5500°K mensimulasikan “*noon daylight*”. Pencahayaan khusus juga dibutuhkan untuk memanipulasi perbedaan visual yang tidak diinginkan,

misalnya dengan menggunakan lampu yang dapat diredupkan, lampu yang berwarna, filter berwarna, lampu hitam, atau lampu monokromatik seperti lampu uap natrium.

Untuk memenuhi standar keamanan, laboratorium harus memiliki tanda “Keluar”, tudung ventilasi khusus untuk sampel yang berbau, stasiun pencucian bahan kimia jika bekerja menggunakan bahan kimia, dan alat pemadam kebakaran jika bekerja dengan peralatan memasak.

## 4.6 Aplikasi Ilmu Sensoris dalam Pengembangan Produk Pangan

Pengujian sensoris sangat diperlukan untuk keperluan produk pangan, terutama dalam kegiatan pengembangan produk baru atau perbaikan produk yang sudah ada. **Gambar 4.14** memperlihatkan posisi dan keterkaitan divisi Evaluasi Sensoris dengan divisi lain yang ada di industri pangan. Evaluasi sensoris memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan divisi riset dan pengembangan produk. Divisi tersebut menggunakan semua metode uji sensoris yang ada, baik yang berorientasi produk maupun konsumen, untuk keperluan riset dan pengembangan produk pangan yang dihasilkan oleh suatu industri pangan. Oleh karena itu, jika divisi sensoris tidak berdiri sendiri, maka akan berada di bawah koordinasi divisi riset dan pengembangan produk. Selain itu kegiatan evaluasi sensoris juga diperlukan oleh divisi riset pasar atau *marketing*, terutama informasi yang terkait dengan penerimaan konsumen. Informasi karakteristik sensoris juga diperlukan untuk pengembangan kemasan produk, dan pengawasan mutu produk pangan.



Gambar 4.14 Keterkaitan pengujian sensoris dengan divisi yang ada di industri pangan (Lawless dan Heymann 2010)

Pengembangan produk baru dapat berarti adanya suatu produk baru yang dihasilkan oleh suatu perusahaan dan merupakan produk yang benar-benar baru bagi perusahaan ataupun bagi pasar, dalam artian produk baru ini belum pernah ada di perusahaan tersebut atau di pasar. Definisi produk baru juga mencakup perbaikan atau reformulasi produk yang sebelumnya telah ada di perusahaan atau pasar produk tersebut. Perbaikan atau reformulasi tersebut dapat disebabkan oleh aplikasi teknologi produksi yang baru atau penggunaan/substitusi ingridien baru. Selain itu, aktivitas lain yang secara langsung berdampak pada promosi produk terhadap konsumen, misalnya penggantian kemasan atau ukuran saji produk, juga dapat dikategorikan sebagai pengembangan produk baru. Tahapan pengembangan produk baru secara garis besar disajikan pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Tahapan pengembangan produk baru ketika tersedia produk pembanding atau kontrol

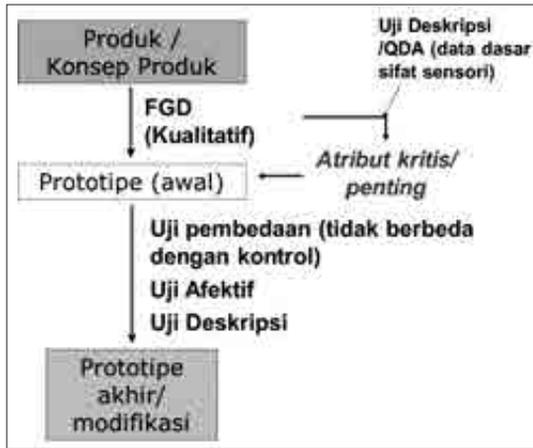
1. Riset pasar	a. Identifikasi kategori produk b. Pengembangan dan uji produk c. Identifikasi produk kontrol
2. Pengembangan produk	Formulasi produk berdasarkan 1a,b,c
3. Evaluasi sensoris: Uji deskriptif	Pengembangan data base terhadap prototipe produk dan produk pesaing/produk kontrol
4. Riset pasar	a. Perbaiki konsep produk dengan grup fokus b. Pengembangan strategi pasar
5. Pengembangan produk	Formulasi prototipe berdasarkan 3 dan setara dengan kontrol
6. Evaluasi sensoris: Uji pembeda  Uji afektif  Uji deskriptif	a. Menentukan prototipe mana yang sesuai dengan sama dengan kontrol b. Untuk produk yang sesuai, dilakukan verifikasi terhadap formula c. Uji produk yang dikembangkan dan produk kontrol di laboratorium dan pusat lokasi sentral d. Uji produk yang dikembangkan dan produk kontrol dengan metode <i>home use test</i> e. Penentuan produk yang akan dikembangkan dan formulasinya untuk keperluan manufaktur dan spesifikasi QC, identifikasi karakter sensoris yang menentukan penerimaan produk ( <i>rating</i> )
7. Pengembangan produk	a. Pengembangan skala produksi pilot ke skala pabrik b. Penurunan biaya produksi
8. Evaluasi sensoris: Uji pembeda  Uji deskriptif	a. Evaluasi produk dan pengaruhnya pada <i>cost reduction</i> b. Evaluasi produk yang mengalami kegagalan pada uji pembeda

Tabel 4.2 Tahapan pengembangan produk baru ketika tersedia produk pembanding atau kontrol (lanjutan)

9. Riset pasar	a. <i>Large-scale consumer tests</i> pada pasar-pasar tertentu b. Evaluasi iklan, kemasan, dan harga
10. Pengembangan produk	<i>Initiate line extensions</i>
11. Evaluasi sensoris: Analisis deskriptif  Uji afektif	a. Evaluasi peningkatan skala produksi b. Evaluasi produk kompetitor c. Uji pengembangan produk dan produk kompetitornya

Ketertarikan perusahaan terhadap pengembangan produk baru cukup tinggi. Hal ini dikarenakan adanya kesempatan pertumbuhan produk baru di pasar yang berhubungan terhadap laba perusahaan. Efek psikologis (*hallo effect*) konsumen yang mengasosiasikan suatu merk produk dengan produk lain yang memiliki hubungan dengan merk tersebut juga mendukung perkembangan produk baru di pasar.

Alur proses pengembangan produk pangan baru secara garis besar dimulai dari konsep produk yang akan dikembangkan (**Gambar 4.15**). Konsep produk baru dalam suatu perusahaan dapat berasal dari berbagai sumber, misalnya hasil riset pasar yang dilakukan oleh Departemen *Research and Development* (R&D) dan *Marketing*, masukan ide dari manajemen, riset konsumen, dan beberapa gagasan umum yang sedang berkembang di masyarakat. Setelah konsep produk baru diperoleh, selanjutnya dilakukan serangkaian pengujian untuk melihat prospek calon produk baru tersebut.



Gambar 4.15 Pendekatan strategi pengembangan produk baru

Uji kuantitatif dan kualitatif diperlukan untuk menentukan atribut kualitas yang paling kritis dan menentukan penerimaan produk yang akan dikembangkan. Uji kuantitatif dapat menggunakan uji deskriptif (metode QDA) sedangkan uji kualitatif dapat menggunakan *focus group discussion* (FGD). Hasil uji kualitatif dan kuantitatif ini selanjutnya digabungkan, sehingga diperoleh karakteristik kritis kualitas produk yang akan digunakan dalam pembuatan desain produk (prototipe).

Uji sensoris terhadap prototipe produk yang akan dikembangkan meliputi keseluruhan karakteristik kritis yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Uji sensoris yang dilakukan meliputi uji pembeda (beda terhadap produk kontrolnya), uji afektif, dan uji deskriptif. Hasil analisis sensoris yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk memperbaiki prototipe produk hingga mencapai karakteristik kualitas seperti yang diharapkan. Pada tahap akhir pengembangan produk diperlukan uji kuantitatif (uji pembeda dan uji deskriptif) dari panelis terlatih yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap produk. Pengujian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penggantian ingredien (pada produk baru akibat penggantian ingredien), variasi penyajian produk, pengaruh kemasan dan lainnya. Pada produk akhir, dilakukan uji sensoris kuantitatif dan kualitatif termasuk juga uji konsumen. Uji deskriptif produk akhir dapat digunakan untuk menentukan *finger-print standard* produk.

Di antara beberapa metode evaluasi sensoris, uji deskriptif seperti metode QDA merupakan metode uji sensoris yang paling bermanfaat karena menyediakan informasi pemetaan data produk secara kuantitatif yang mencakup semua karakteristik dan perbedaan yang terjadi antar karakter dan dapat dilihat perbandingannya antar sampel.

## 4.7 Ringkasan

1. Karakteristik atau atribut sensoris yang menentukan penerimaan produk pangan meliputi: (1) Karakter visual yang diterima oleh indra penglihatan (mata), meliputi penampilan atau kenampakan kemasan, bentuk, ukuran dan warna produk; (2) Karakter *flavor* yang meliputi sifat olfaktori atau aroma, rasa atau gustatori dan sensasi produk pada saat berada di dalam mulut atau dikonsumsi; (3) Karakter tekstur yang meliputi sifat mekanis (penekanan) dan sifat taktil (perabaan) produk pangan; dan (4) Karakter auditori atau suara produk pangan terutama untuk produk pangan yang renyah.
2. Metode analisis sensoris dibagi menjadi tiga kategori, yaitu uji perbedaan, uji deskriptif, dan uji afektif/hedonik. Uji perbedaan dibagi menjadi dua kategori, yaitu *overall difference test* dan *attribute difference test*. Enam metode yang dapat dipilih untuk *overall difference test*, yaitu *triangle test*, *tetrad test*, *two-out-of-five test*, *duo-trio test*, *simple difference test*, *A-notA test*, dan *difference from control test*. Terdapat dua metode yang dapat dipilih untuk *attribute difference test*, yaitu *ranking test* dan *scoring test*. Uji deskriptif dibagi menjadi dua analisis, yaitu analisis klasik (*classical analysis*) dan analisis cepat (*rapid analysis*). Uji afektif/hedonik dibagi menjadi dua metode yaitu *acceptance test* dan *preference test*.
3. Panelis dapat dikategorikan menjadi panelis terlatih dan panelis tidak terlatih. Panelis mana yang digunakan sangat tergantung dari tujuan pengujian dan metode yang digunakan.

4. Fasilitas uji sensoris harus memenuhi tiga syarat, yaitu: (1) harus menjadikan kegiatan sensoris efisien; (2) dapat mengatasi ketegangan konsentrasi panelis; dan (3) Meminimalisasi gangguan antar responden dalam pelaksanaan evaluasi sensoris. Tiga ruangan utama yang harus ada di fasilitas laboratorium sensoris antara lain ruang penyiapan, ruang pengujian dan ruang tunggu.
5. Pengujian sensoris sangat diperlukan untuk keperluan produk pangan, terutama dalam kegiatan pengembangan produk baru atau perbaikan produk yang sudah ada. Evaluasi sensoris memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan divisi riset dan pengembangan produk. Kegiatan evaluasi sensoris juga diperlukan oleh divisi riset pasar atau marketing, terutama informasi yang terkait dengan penerimaan konsumsen.

## 4.8 Pustaka

- Ares G, Varela Tomasco P. 2014. *Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling*. Boca Raton: CRC Press.
- International Organization for Standardization. 2007. *Sensory Analysis — General Guidance for the Design of Test Rooms* (ISO/DIS Standard No. 8589). Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8589:ed-2:v1:en>
- Kemp SE, Hollowood T, Hort J. 2009. *Sensory Evaluation a Practical Handbook*. Singapore: MacMillan Publishing Solutions.
- Lawless HT, Heymann H. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*, 2<sup>nd</sup> Edition. New York: Springer.
- Meilgaard M, Civille G, Carr T. Eds. 2006. *Sensory Evaluation Techniques*, 4<sup>th</sup> Edition, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Stone H, Sidel J. 2004. *Sensory Evaluation Practices*, 3<sup>rd</sup> Edition, Academic Press, Orlando, FL.

## Latihan

**Petunjuk:** Untuk memahami materi pada Bab 4 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Panel yang sangat ahli karena memenuhi kepekaan spesifik yang tinggi adalah
  - a. Panel perseorangan
  - b. Panel terlatih
  - c. Panel konsumen
  - d. Panel agak terlatih
2. Seleksi panelis perlu dilakukan karena
  - a. Syarat menjadi panelis
  - b. Sebagai metode untuk mendapat panel yang diinginkan
  - c. Agar mempunyai perhatian dan minat terhadap pekerjaan panel
  - d. Harus melalui tahap-tahap seleksi untuk menjadi panel
3. Yang tidak termasuk metode uji sensoris adalah
  - a. Uji perbedaan
  - b. Uji deskriptif
  - c. Uji hedonik
  - d. Uji kualitas
4. Yang tidak termasuk syarat fasilitas laboratorium sensoris adalah
  - a. Harus menjadikan kegiatan sensoris efisien
  - b. Dapat mengatasi ketegangan konsentrasi panelis
  - c. Meminimalisasi gangguan antar responden dalam pelaksanaan evaluasi sensoris
  - d. Terletak di daerah yang memiliki arus lalu lintas padat

5. Ruang pengujian individual disebut
  - a. Bilik
  - b. Ruang diskusi
  - c. Ruang penyiapan
  - d. Ruang *panel leader*
6. Metode QDA dapat dilakukan oleh panelis
  - a. Terlatih
  - b. Tidak terlatih
  - c. Konsumen
  - d. Anak-anak
7. Metode analisis deskriptif yang dapat dilakukan oleh panelis tidak terlatih adalah
  - a. QDA
  - b. CATA
  - c. Spectrum
  - d. *Flavour profile*
8. Manakah atribut di bawah ini yang tidak termasuk rasa
  - a. Manis
  - b. Asam
  - c. Pedas
  - d. Asin
9. Tujuan dari riset pasar pada tahap pengembangan produk adalah
  - a. Menentukan prototipe mana yang sesuai dengan sama dengan kontrol
  - b. Untuk produk yang sesuai, dilakukan verifikasi terhadap formula
  - c. Uji produk yang dikembangkan dan produk kontrol di laboratorium dan pusat lokasi sentral
  - d. Identifikasi kategori produk

10. Karakter sensoris yang pertama kali dinilai oleh konsumen adalah
  - a. Visual
  - b. *Flavour*
  - c. Tekstur
  - d. Auditori

### Tugas Mandiri (*Challenge Questions*)

1. Manusia memiliki lima alat indra sensoris untuk mengenal dunia. Jelaskan mekanisme pendeteksian empat karakter sensoris!
2. Jelaskan perbedaan uji penerimaan dan uji pilihan kesukaan dari uji afektif!
3. Ada tiga syarat umum fasilitas uji sensoris. Sebutkan dan jelaskan mengapa syarat tersebut penting untuk diterapkan!



Bab

5

# Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan

*Yuli Witono dan Meta Mahendradatta*

## 5.1 Pendahuluan

Perkembangan pesat industri pangan saat ini menyediakan produk pangan olahan yang beraneka ragam di pasaran sebagai pilihan bagi masyarakat. Hal yang menjadi perhatian bagi industri pangan adalah bagaimana dapat menghasilkan produk pangan yang memenuhi kriteria keamanan dan mutu pangan. Aman berarti bahwa produk pangan yang dihasilkan tidak menyebabkan sakit bagi yang mengonsumsinya, dan memenuhi persyaratan keamanan pangan (cara proses produksi yang baik, batas maksimum penggunaan bahan tambahan pangan, cemaran kimia dan mikrobiologi, kehalalan, dsb). Bermutu artinya produk pangan yang dihasilkan memenuhi harapan konsumen, seperti mutu sensori, nilai gizi, manfaat bagi kesehatan, dsb. Untuk menghasilkan produk pangan yang memenuhi harapan keamanan dan mutu, maka industri pangan menerapkan sistem keamanan dan mutu pangan.

Saat ini, konsumen dihadapkan pada beragam pilihan produk pangan dengan mutu yang bervariasi. Konsumen dapat memberikan persepsi yang berbeda pada jenis produk yang sama, tergantung pada bagaimana produsen mengendalikan mutu produk selama proses pengolahan, penyajian dan distribusinya hingga sampai ke konsumen. Selain harga, konsumen juga memilih dan membeli suatu produk pangan dengan mempertimbangkan keunggulan mutu suatu produk dibandingkan produk lainnya.

Pembahasan dalam Bab 5 mencakup prinsip dan aplikasi sistem jaminan mutu di industri pangan untuk menghasilkan produk yang memenuhi kriteria mutu yang ditetapkan. Pembahasan mencakup prinsip penjaminan mutu (*quality assurance*) dan pengendalian mutu (*quality control*) yang umum diterapkan di industri pangan. Namun demikian, pembahasan mutu pangan juga tidak dapat terlepas dari keamanan pangan, sehingga di beberapa bagian dibahas juga kaitan antara sistem mutu dan keamanan pangan. Penjelasan secara lebih lengkap yang terkait dengan aspek keamanan pangan telah dibahas pada Bab 8 (buku Jilid 1).

## 5.2 Pengertian Mutu dan Keamanan Pangan

Menurut Feigenbaum (1983), mutu didefinisikan sebagai gabungan karakteristik produk dan jasa dari pemasaran, rekayasa, pembuatan, dan pemeliharaan yang membuat produk dan jasa yang digunakan memenuhi harapan konsumen. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa mutu menjadikan suatu produk memenuhi persyaratan atau standar agar dapat memenuhi harapan konsumen. Industri pangan berupaya untuk menghasilkan produk yang terbaik yang dapat dicapai untuk memenuhi harapan konsumen.

Mutu dapat memiliki kriteria yang berbeda untuk setiap produk pangan, tergantung pada persyaratan atau standar yang ditetapkan. Produk pangan yang berbeda memiliki atribut atau kriteria mutu yang berbeda. Mutu dapat memiliki beberapa definisi, yang berbasis produk, pengguna, proses dan harga (Vasconcellos 2005). Industri mendefinisikan mutu produknya secara khas, misalnya berdasarkan kemurnian, tekstur, rasa, warna, ukuran, bentuk, tingkat kematangan, kandungan gizi, fungsionalitas, dan sebagainya. Umumnya, standar mutu produk pangan bersifat sukarela (*voluntary*), kecuali yang ditetapkan oleh peraturan untuk bersifat wajib.

Sebagai perbandingan, maka di sini diulas kembali mengenai pengertian keamanan pangan. Sebagaimana telah dijelaskan dalam Bab 8 (buku Jilid 1), keamanan pangan merupakan kondisi dan upaya untuk meminimalkan pangan dari mengandung sesuatu yang dapat mengganggu, merugikan dan

membahayakan kesehatan, baik oleh adanya cemaran biologis, kimia, maupun benda fisik, atau sesuatu yang bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya masyarakat. Keamanan pangan bersifat wajib (*mandatory*) untuk dipenuhi oleh produsen pangan selama proses produksi, sehingga produk yang dipasarkan sudah terjamin keamanannya. Pemenuhan persyaratan keamanan pangan ini dilakukan produsen dengan mengikuti seluruh peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah, seperti kewajiban produsen untuk menerapkan prinsip sanitasi dan higiene, menggunakan bahan tambahan pangan yang tidak melebihi batas maksimum yang ditetapkan, menggunakan kemasan yang diizinkan untuk pangan, tidak melebihi batas maksimum cemaran kimia atau mikrobiologi, penanganan yang baik selama penggudangan, transportasi, distribusi, dsb. Dengan demikian, aspek keamanan pangan harus dipertimbangkan oleh produsen sejak merancang lokasi pabrik dan bangunan, instalasi mesin dan peralatan, merancang produk, kemasan, penyimpanan dan penggudangan, distribusi, sampai pada penajanaan tahap ritel, serta penanganan di rumah tangga dan konsumsi (Hariyadi 2015).

Mutu dan keamanan pangan berkaitan sangat erat karena keamanan pangan adalah prasyarat untuk pangan yang bermutu. Tidak akan bermakna ketika berbicara mengenai mutu, jika produk pangan tersebut tidak memenuhi persyaratan keamanan pangan (Hariyadi 2015). Meskipun keamanan tidak dapat dilihat sebagai aspek yang sepenuhnya independen dari mutu, diakui bahwa karena kompleksitas kedua konsep tersebut, maka perlu untuk mengelolanya secara terpisah. Faktanya alasan di balik memisahkan keamanan pangan dari mutu adalah kebutuhan untuk menempatkan konsep keselamatan sebagai yang pertama dan di atas semua aspek mutu lainnya (Rotaru 2005).

### 5.3 Penentuan dan Karakteristik Mutu Pangan

Penentuan mutu bahan pangan dapat dilakukan secara subjektif dan objektif (Gould dan Gould 2001). Metode subjektif untuk mengevaluasi mutu didasarkan pada pendapat individu. Biasanya reaksi fisiologis yang timbul pada individu tersebut merupakan hasil dari pengalaman masa lalu, pengaruh preferensi pribadi, dan kekuatan persepsi. Dikatakan subjektif karena individu diminta untuk memberikan pendapatnya tentang nilai

kuantitatif dan kualitatif dari karakteristik yang diteliti. Metode ini biasanya melibatkan indra manusia yang disebut dengan metode evaluasi sensoris yang telah dibahas secara rinci pada Bab 4.

Metode objektif untuk mengevaluasi mutu tidak didasarkan pada pendapat individu seperti pada metode subjektif. Metode tersebut didasarkan pada analisis objektif yang berlaku untuk setiap produk tanpa memperhatikan riwayat produk sebelumnya atau penggunaan akhir. Hal ini mewakili ide modern dalam kontrol mutu dalam selama proses produksi pangan secara masal yang tidak banyak menggunakan manusia. Evaluasi sensoris umumnya digunakan pada tahap pengembangan produk, dan evaluasi produk akhir sebelum dipasarkan. Metode objektif dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu melalui pengujian fisik, kimiawi dan mikrobiologi. Misalnya kekerasan bahan diukur dengan nilai kekerasan menggunakan teksturometer, tingkat keasaman diukur dengan pH atau total asam tertitrasi, kekentalan diukur dengan viskometer, intensitas warna dengan *chromameter*, dan sebagainya. **Tabel 5.1** menyajikan contoh parameter dan metode analisis untuk mengukur mutu dan keamanan bahan baku, proses antara dan produk akhir. Pengukuran atau analisis ini umumnya dilakukan oleh atau menjadi tanggung jawab Divisi QC.

Tabel 5.1 Contoh parameter mutu dan keamanan bahan baku, proses antara, dan produk akhir

Tahapan	Parameter	Analisis
Bahan baku ( <i>raw material</i> )	Karakteristik pati	Analisis profil <i>pasting</i> /gelatinisasi, kadar pati, amilosa, amilopektin, kekuatan gel.
	Mutu lemak/minyak	Bilangan asam, kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, titik leleh, dsb.
	Kesegaran, kadar padatan	Kadar air dengan metode cepat ( <i>moisture tester</i> ), aktivitas air ( $a_w$ ), total padatan
	Cemaran mikrobiologi	Total mikroba, koliform, <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella</i> sp., <i>Campylobacter</i> sp.

Tabel 5.1 Contoh parameter mutu dan keamanan bahan baku, proses antara, dan produk akhir (lanjutan)

Tahapan	Parameter	Analisis
Proses antara ( <i>intermediet product</i> )	Kontaminan fisik	<i>Metal detector</i> untuk mendeteksi cemaran logam, dan <i>rapid method</i> lainnya
	Tingkat keasaman	pH, total asam tertitiasi
	Kecukupan proses sterilisasi	Nilai Fo
Produk akhir ( <i>finished goods</i> )	Penerimaan sensori	Uji sensori (rasa, warna, tekstur, <i>flavor</i> , dsb)
	Komposisi kimia (untuk tujuan pelabelan pada kemasan)	Analisis proksimat (air, lemak, protein, karbohidrat, serat pangan), total gula, asam lemak, mineral, dsb, energi, komponen bioaktif, dsb.
	Tekstur	Analisis tekstur (kekerasan, elastisitas, kerenyahan, kekenyalan, kelengketan, kerapuhan, kekuatan gel, dsb)
	Kekentalan	Viskositas, sifat reologi
	Mikrobiologi	Angka Lempeng total, total kapang, bakteri aerob/anaerob, dsb
	Warna	Nilai L, a, dan b (Chromameter), <i>whiteness index</i> , dsb
	Umur simpan	Metode <i>Accelerated Shelf Life Testing</i> (ASLT)

Karakteristik mutu produk industri pangan menurut Muhandri dan Kadarisman (2012) dibedakan atas:

1. **Karakteristik fungsional**, yang dikelompokkan menjadi (a) sifat fisik (morfologi, sifat termal, sifat reologi, sifat spektral), (b) sifat kimia (komposisi kimia, sifat kimia aktif, bahan kimia tambahan, bahan kimia pengolahan), dan (c) sifat mikrobiologi (mikroba alami, mikroba kontaminan, mikroba patogen, mikroba pembusuk).
2. **Karakteristik kemudahan penggunaan**, yang dikelompokkan menjadi (a) pangan instan (seperti mi, kopi, bubur, tepung, santan), (b) bumbu siap pakai, (c) makanan kaleng, (d) tepung susu instan, (e) produk olahan daging, dan (f) restoran *fast food*.

3. **Karakteristik umur simpan** (*shelf-life*), yang dapat ditingkatkan dengan mengusahakan umur simpan yang cukup lama dengan karakteristik fungsional yang tidak menurun secara cepat. Untuk itu diperlukan pengembangan teknologi pengolahan dan pengemasan, serta penerapan metode pendugaan umur simpan produk pangan.
4. **Karakteristik psikologi atau karakteristik sensori**, yang dapat diukur, dikenali dan diuji dengan alat indra manusia atau evaluasi sensoris). Karakteristik psikologi lainnya yang muncul akibat keinginan konsumen adalah keindahan dekorasi kemasan, bentuk kemewahan dan sesuatu yang menunjukkan status.
5. **Karakteristik keamanan**, yang seiring kecenderungan tuntutan terhadap pangan yang aman untuk dikonsumsi.

## 5.4 Jaminan Mutu Pangan

Jaminan mutu (*quality assurance*) adalah istilah modern untuk menggambarkan pengawasan, evaluasi dan audit sistem pengolahan pangan. Fungsi utamanya adalah untuk memberikan kepercayaan bagi manajemen dan pelanggan akhir, yaitu konsumen. Suatu perusahaan mengharapkan keuntungan dengan menjual produknya kepada konsumen. Namun perlu diperhatikan bahwa konsumen akan loyal terhadap produk yang dibelinya apabila mutu yang diharapkan dapat dipenuhi. Dengan demikian, perusahaan harus memiliki sistem untuk dapat menjamin konsistensi mutu produk yang dapat memenuhi keinginan konsumen secara terus menerus. Jaminan mutu merupakan inti dari penerapan pengendalian mutu terpadu yang bertujuan agar mutu produk yang dipersyaratkan dapat terpenuhi secara terus menerus (Muhandri dan Kadarisman 2012). Adanya jaminan mutu meyakinkan konsumen bahwa produk yang dibelinya memberikan tingkat kepuasan yang tinggi.

Tiga hal penting yang harus diperhatikan dalam penerapan jaminan mutu adalah sebagai berikut (Muhandri dan Kadarisman 2012): (1) Perusahaan harus mampu menjamin bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan yang diharapkan oleh konsumen; (2) Jika produk akan diekspor, semua persyaratan mutu harus memenuhi peraturan yang diinginkan oleh

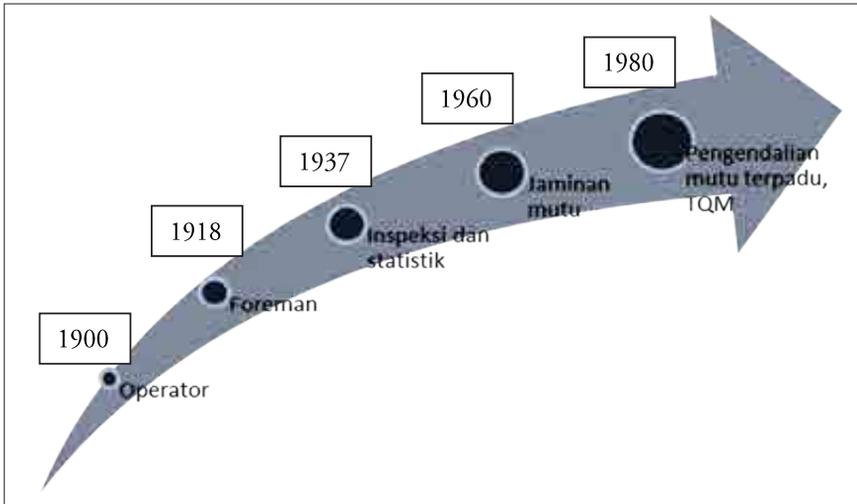
konsumen di negara tujuan, dan (3) Pimpinan perusahaan harus menyadari pentingnya jaminan mutu dan memastikan bahwa semua jajaran di dalam perusahaan berkomitmen untuk mencapai tujuan mutu yang ditetapkan.

Konsep jaminan mutu tidak hanya mensyaratkan pemeriksaan proses produksi, tetapi juga meliputi perencanaan, perancangan produksi, pengadaan bahan baku, transportasi, penyimpanan dan sebagainya. Konsep jaminan mutu merupakan konsep awal yang kemudian berkembang menjadi konsep yang lebih komprehensif yaitu *total quality management* (TQM).

Sistem pengawasan mutu industri pangan adalah panduan komprehensif dalam pengembangan dari program dan sistem yang diperlukan untuk membangun dan mengelola sistem mutu dan keamanan secara komprehensif. Sistem yang diterapkan dapat merujuk pada peraturan yang berlaku dan protokol sesuai lingkungannya, misalnya penerapan persyaratan dasar keamanan pangan (cara pengolahan yang baik atau *good manufacturing practice*, pengendalian kebersihan lingkungan dan sarana produksi, pengendalian hama, pengendalian proses), pengendalian bahaya fisik dengan *metal detector*, pengendalian bahaya bioterrorisme, pengendalian potensi *loss* selama produksi, pengendalian bahaya alergen, prosedur penerimaan bahan, penyimpanan, penggudangan, transportasi dan distribusi produk, penanganan limbah, dan sebagainya,

## 5.5 Evolusi Jaminan Mutu Terpadu

Penjaminan mutu terpadu dapat didefinisikan sebagai sistem yang efektif untuk mengintegrasikan pengembangan, pemeliharaan dan upaya peningkatan mutu dari berbagai kelompok dalam suatu organisasi, sehingga memungkinkan pemasaran, teknik, produksi dan layanan pada tingkat paling ekonomis yang memungkinkan untuk kepuasan konsumen. Perkembangan sistem pengendalian mutu yang dikenal saat ini telah berlangsung sepanjang abad ini. Perubahan besar pada sistem pengendalian mutu selama sekitar 20 tahun secara ringkas disajikan pada **Gambar 5.1**, dan dijelaskan sebagai berikut (Muhandri dan Kadarisman 2012):



Gambar 5.1 Perkembangan sistem jaminan mutu

### 5.5.1 *Operator Quality Control*

Proses penjaminan mutu pada awal perkembangannya melekat sebagai tanggung jawab pekerja di suatu tahap proses yang disebut *operator quality control*. Dalam sistem ini, seorang atau beberapa orang pekerja bertanggung jawab atas pembuatan seluruh produk dan karenanya setiap pekerja dapat sepenuhnya memeriksa dan mengawasi mutu hasil pekerjaannya sendiri. Sistem ini dicirikan dengan jumlah produksi yang sedikit untuk melayani pesanan. Proses produksi dilakukan oleh satu atau sekelompok kecil orang hingga dihasilkan produk secara utuh, sehingga proses dapat dikendalikan sepenuhnya oleh pekerja untuk menghasilkan produk yang bermutu. Dewasa ini sistem ini masih berlangsung yang umumnya dihasilkan oleh pengrajin.

### 5.5.2 *Foreman Quality Control*

Pengendalian mutu berkembang selanjutnya pada awal tahun 1900 dengan adanya *foreman quality control*. Pada periode ini nampak perubahan besar dengan adanya konsep pabrik modern dengan banyak individu melakukan tugas serupa yang dikelompokkan, sehingga mereka dapat diarahkan oleh mandor (*foreman*) yang kemudian bertanggung jawab atas mutu pekerjaan

mereka. Periode ini dicirikan dengan jumlah produksi yang mulai meningkat, tidak hanya untuk memenuhi pesanan, tetapi juga untuk dijual secara massal. Karyawan dikelompokkan menurut jenis pekerjaan dan diawasi oleh seorang mandor yang tidak terlibat dalam pekerjaan menghasilkan barang.

### 5.5.3 *Inspection Quality Control*

Perkembangan selanjutnya sistem *inspection quality control*. Langkah ini memuncak pada tahun 1920-an dan 1930-an, yang kemudian diorganisasikan secara terpisah dari produksi yang cukup besar untuk dikepalai oleh pengawas (*inspector*). Masa ini dicirikan dengan sistem pabrikasi yang makin kompleks, skala produksi yang makin besar, mutu produk mulai banyak mengalami gangguan, adanya *full time inspector*, dan inspeksi (pemeriksaan) yang dipisahkan dari produksi.

### 5.5.4 *Statistic Quality Control*

Program *inspection quality control* tetap populer sampai persyaratan produksi massal dari era Perang Dunia II mengharuskan pengendalian mutu secara statistik. Periode ini merupakan perpanjangan dari periode inspeksi yang diubah menjadi lebih efisien. Para pemeriksa diberi beberapa alat statistik seperti pengambilan sampel dan peta kendali. Pemeriksaan tidak dilakukan terhadap seluruh produk. Kontribusi yang paling signifikan dari pengendalian mutu statistik adalah pengambilan sampel (contoh) yang dianggap mewakili produk secara keseluruhan. Periode ini dicirikan dengan produksi yang bersifat massal, pemeriksaan 100% produk tidak memungkinkan untuk dilaksanakan, sehingga digunakan teknik sampling dan *control chart* (peta kendali).

### 5.5.5 Jaminan Mutu

Kegiatan pengendalian mutu tetap terbatas pada area produksi dan tumbuh agak lambat. Rekomendasi yang dihasilkan dari teknik statistik sering tidak dapat ditangani oleh struktur pengambilan keputusan yang ada. Selain itu, teknik ini lebih merupakan pemeriksaan terbatas pada bagian produksi, yang tidak menjangkau permasalahan mutu secara menyeluruh. Fakta ini

mengantar ke periode selanjutnya, yaitu jaminan mutu. Pada konsep jaminan mutu, pemeriksaan yang baik tidak hanya dilakukan pada proses produksi namun juga meliputi perencanaan, perancangan produksi, pengadaan bahan baku, transportasi, penyimpanan dan sebagainya. Konsep ini merupakan cikal bakal konsep *Total Quality Control* (TQC) yang pada akhirnya disebut sebagai *Total Quality Management* (TQM). Periode ini dicirikan dengan (1) Pengendalian dilakukan mulai dari pengadaan bahan sampai dengan bahan dikirim kepada konsumen; (2) Pengendalian dengan teknik statistik tetap dilakukan; (3) Tanggung jawab mutu masih ada pada bagian pengawasan mutu; dan (4) Perencanaan, pengarahan, koordinasi, pengendalian, monitoring dan evaluasi mulai diperhatikan untuk menjamin mutu.

### 5.5.6 Pengendalian Mutu Terpadu

Pengendalian mutu terpadu atau TQM merupakan istilah penting pada tahun 1980-an, yang dapat didefinisikan sebagai sistem terstruktur untuk memuaskan pelanggan dan pemasok dengan mengintegrasikan lingkungan bisnis dan perbaikan terus menerus dengan siklus pengembangan, perbaikan, dan pemeliharaan sambil mengubah budaya organisasi. Tujuan utama TQM adalah untuk mencapai kepuasan konsumen dengan melibatkan konsumen.

Konsep TQM didasarkan pada pemikiran bahwa mutu merupakan salah satu fungsi manajemen perusahaan yang menuntut komitmen dari manajemen puncak. Suatu pendekatan sistem “awal sampai akhir” yang fungsinya terintegrasi dan saling terkait pada semua tingkatan. TQM mempertimbangkan setiap interaksi antara berbagai elemen organisasi. Penekanannya adalah pada mutu dalam semua aspek dan fungsi operasi perusahaan. Semua bertanggung jawab untuk memastikan bahwa mutu yang ingin dicapai dapat memuaskan konsumen (Vasconcellos 2005).

## 5.6 Pengawasan/Pengendalian Mutu

Produk pangan yang dihasilkan oleh industri harus memenuhi persyaratan mutu dan keamanan yang terjamin hingga tiba di tangan konsumen dan dikonsumsi dalam kondisi terbaik. Untuk menjaga konsistensi mutu produk yang dihasilkan sesuai dengan tuntutan konsumen, maka perlu dilakukan

pengawasan dan pengendalian mutu (*quality control*). Hal ini merupakan faktor penting bagi suatu perusahaan atau industri pangan yang diterapkan pada semua kegiatan dalam rangka pengawasan rutin mulai dari bahan baku, proses produksi hingga produk akhir.

Pengendalian mutu adalah pengukuran kinerja produk, membandingkan dengan standar dan spesifikasi produk serta melakukan tindakan koreksi jika terjadi penyimpangan. Kata “mutu” dalam frasa “pengendalian mutu” tidak memiliki arti “terbaik” dalam arti absolut, namun bermakna “terbaik untuk persyaratan tertentu bagi konsumen”. Persyaratan tersebut adalah penggunaan aktual dan harga jual produk. Kata “pengendalian” dalam frasa tersebut mewakili alat manajemen yang diterapkan melalui empat langkah (Feigenbaum 1983), yaitu:

1. **Penetapan standar.** Menentukan standar mutu, mutu-kinerja, mutu-keselamatan, dan mutu-keandalan untuk produk.
2. **Penilaian kesesuaian.** Membandingkan kesesuaian produk yang diproduksi, atau layanan yang ditawarkan, dengan standar.
3. **Pengambilan tindakan korektif.** Memperbaiki masalah dan penyebabnya di seluruh jajaran, mulai dari faktor pemasaran, desain, teknik, produksi, dan pemeliharaan yang memengaruhi kepuasan pengguna.
4. **Perencanaan perbaikan.** Mengembangkan upaya berkelanjutan untuk meningkatkan standar biaya, kinerja, keselamatan dan keandalan.

Enam hal mendasar yang harus dipertimbangkan dengan cermat dan jelas untuk keberhasilan setiap program pengendalian mutu (Gould dan Gould 2001) adalah organisasi divisi pengendalian mutu (*quality control*, QC), personil, pengambilan sampel, standar dan spesifikasi, pengukuran, dan interpretasi.

### 5.6.1 Organisasi Divisi Pengendalian Mutu

Organisasi divisi pengendalian mutu diperlukan dalam suatu perusahaan. Divisi ini dibentuk untuk mengembangkan dan menerapkan sistem pengendalian mutu di perusahaan.

### 5.6.2 Personil

Personil dalam organisasi divisi jaminan mutu bervariasi di setiap perusahaan yang bergantung dari produk yang dihasilkan, ukuran operasi, dan jumlah kontrol yang diinginkan oleh manajemen. Teknisi jaminan mutu harus memiliki kualifikasi tertentu untuk memenuhi tanggung jawab yang diperlukan demi program jaminan mutu yang sukses. Sebagai contoh, personil dalam pengambilan contoh harus memahami teknik *sampling*, personil pengujian harus memiliki keterampilan dalam analisis laboratorium (kimia, analisis mikrobiologi, analisis fisik, dan sebagainya).

### 5.6.3 Pengambilan Sampel

Prosedur pengambilan sampel penerimaan biasanya digunakan untuk membuat keputusan untuk menerima dan atau menolak produk yang sudah diproduksi. Sampel adalah faktor pembatas terbesar dalam keberhasilan pengendalian mutu produk. Berapa banyak yang digunakan? Di mana mendapatkan? Berapa banyak evaluasi? Sampel harus mewakili barang yang diproduksi, sehingga harus memenuhi kaidah pengambilan sampel acak. Perusahaan umumnya memiliki personil yang diberi tanggung jawab untuk melakukan pengambilan sampel.

### 5.6.4 Standar dan Spesifikasi

Standar menurut definisi adalah segala sesuatu yang diambil dengan persetujuan umum sebagai dasar perbandingan, tingkat keunggulan, porsi berdasarkan berat, ukuran, nilai, perbandingan atau penilaian. Standar adalah model otoritatif untuk mengukur atau pola untuk panduan. Spesifikasi pada dasarnya adalah alat komunikasi untuk mendefinisikan produk yang sesuai harapan. Spesifikasi berfungsi sebagai referensi untuk pembuatan dan penjualan produk. Tujuan utamanya adalah mengurangi variabilitas *output* proses hingga menjadi nol. Spesifikasi juga diperlukan untuk menentukan kapasitas proses dari setiap unit operasi dan proses secara keseluruhan untuk menghasilkan produk sampai batas yang dapat diterima.

### 5.6.5 Pengukuran

Fasilitas untuk program pengendalian mutu bervariasi sesuai ukuran pekerjaan, jumlah produk dan beda mutu produk yang dihasilkan. Fasilitas yang diperlukan adalah laboratorium, peralatan dasar, prosedur, dan laporan.

#### *Laboratorium*

Laboratorium pengujian mutu berfungsi untuk melakukan analisis kimia, mikrobiologi, fisik dan/atau sensori untuk mengecek kesesuaian bahan baku, bahan antara dan produk akhir dengan spesifikasi atau standar yang ditetapkan. Perusahaan besar biasanya memiliki laboratorium pengujian sendiri. Perusahaan yang tidak memiliki fasilitas laboratorium biasanya melakukan pengujian di laboratorium eksternal yang terakreditasi. Hasil pengujian digunakan untuk membuat keputusan apakah menerima atau menolak bahan yang datang dari *supplier*, melanjutkan atau menghentikan kegiatan produksi, menahan (*hold*) atau mengizinkan produk untuk keluar dari gudang untuk didistribusikan.

#### *Peralatan Dasar*

Industri harus dilengkapi dengan peralatan dasar yang dibutuhkan untuk melakukan analisis. Misalnya untuk melakukan analisis kekentalan diperlukan alat viskometer, untuk analisis warna diperlukan alat *chromameter*, untuk mengukur kadar air diperlukan oven, dan sebagainya. Peralatan yang digunakan harus terkalibrasi, memiliki petunjuk penggunaan, dan dipelihara.

#### *Prosedur Analisis*

Prosedur analisis yang digunakan untuk menguji mutu bahan atau produk harus distandarisasi. Penggunaan uji cepat untuk pengukuran mutu mensyaratkan agar teknisi harus mengikuti prosedur yang ditetapkan, karena sekecil apapun penyimpangan dapat menyebabkan kesalahan besar di dalam hasilnya dan akan berdampak pada kesalahan dalam mengambil keputusan. Prosedur analisis yang digunakan dapat mengadopsi metode standar, metode standar yang dimodifikasi atau metode yang dikembangkan sendiri (metode internal).

### *Laporan Hasil Analisis*

Penulisan hasil analisis mutu yang lengkap sama pentingnya dengan analisis sampel. Teknisi jaminan mutu harus mengisi hasil ujinya ke dalam formulir laporan yang disediakan. Apabila pengujian dilakukan oleh laboratorium eksternal, maka laporan biasanya dalam bentuk sertifikat hasil uji (*certificate of analysis*, CoA). Laporan hasil uji ini harus didokumentasikan/dipelihara dalam jangka waktu tertentu.

### 5.6.6 Interpretasi

Interpretasi data pengendalian mutu yang dikumpulkan oleh teknisi mutu adalah salah satu fungsi yang penting dalam kesuksesan operasi pabrik. Pengendalian mutu statistik (*Statistical Quality Control*, SQC) dan pengendalian proses statistik (*Statistical Process Control*, SPQ) adalah alat yang paling berguna dan sangat bermanfaat bagi penafsiran dari proses dan data. Industri pangan yang sukses saat ini telah menetapkan prosedur SQC dan SPC sebagai bagian dari program jaminan mutu di perusahaan. Kebanyakan perusahaan tidak mempekerjakan ahli statistik untuk melakukan hal tersebut, namun mengandalkan tenaga teknis terlatih untuk mengembangkan prosedur dan program komputer untuk pengujian secara statistika.

## 5.7 Sistem Penjaminan dan Pengendalian Mutu, serta Aplikasinya

Sebagaimana diuraikan sebelumnya, konsep mutu pangan sangat terkait dengan perkembangan era mutu, yang dimulai dari pengawasan mutu yang menekankan pada pengukuran, pengendalian mutu dengan pendekatan teknik statistika, hingga jaminan mutu (*quality assurance*, QA) dan TQM (Hubeis 1999).

Mutu dalam aplikasinya bukan hanya karakteristik produk, tetapi merupakan suatu sistem. Menurut ISO 9000 sistem mutu mencakup mutu (karakteristik menyeluruh produk atau jasa), kebijakan mutu (keseluruhan maksud dan tujuan organisasi), manajemen mutu (seluruh aspek fungsi manajemen yang menetapkan dan melaksanakan kebijakan mutu),

pengendalian mutu (teknik dan kegiatan operasional untuk memenuhi persyaratan mutu), dan jaminan mutu (perencanaan dan kegiatan sistematis yang diperlukan untuk memberikan keyakinan). Dalam industri, mutu menjadi tanggung jawab bersama seluruh lini perusahaan mulai dari level atas (manajemen) sampai ke bawah (operator, pekerja, dsb). Sistem mutu dimaksudkan untuk mengidentifikasi seluruh tugas yang berkaitan dengan mutu, mengalokasikan tanggung jawab dan membangun hubungan kerjasama dalam perusahaan. Sistem mutu juga dimaksudkan untuk membangun mekanisme dalam rangka memadukan semua fungsi menjadi suatu sistem yang menyeluruh.

Manajemen mutu mengikat seluruh tingkatan manajemen dalam perusahaan yang dalam kegiatannya berorientasi pada penciptaan mutu produk yang tinggi sebagai upaya penerapan sistem jaminan mutu. Sistem manajemen pada suatu perusahaan merujuk pada perencanaan dan rekayasa mutu yang baik, serta pengendalian mutu pangan (Kadarisman 1999) sebagaimana uraian berikut:

### 5.7.1 Perencanaan dan Rekayasa Mutu

Perencanaan dan rekayasa mutu menyangkut serangkaian kegiatan yang berkaitan dengan aspek pengembangan produk dan perusahaan yang meliputi: (1) Masukan dan koreksi terhadap manajemen yang terkait dengan kebijakan mutu perusahaan dan penyusunan tujuan mutu yang bersifat realistis; (2) Analisis persyaratan mutu pelanggan dan penyusunan spesifikasi rancangan; (3) Tinjauan ulang dan evaluasi rancangan produk untuk memperbaiki mutu dan efisiensi biaya mutu; (4) Mendefinisikan standar mutu dan menyusun spesifikasi produk; (5) Merencanakan pengendalian proses dan menyusun prosedur untuk menjamin kesesuaian mutu; (6) Mengembangkan teknik pengendalian mutu dan metode inspeksi (pengawasan) termasuk merancang instrumen uji khusus; (7) Melaksanakan studi kemampuan proses; (8) Analisis biaya mutu; (9) Perencanaan pengendalian mutu untuk bahan yang diterima, termasuk evaluasi para pemasok; (10) Audit mutu di tingkat perusahaan; dan (11) Mengorganisasi program pelatihan dan peningkatan motivasi untuk perbaikan mutu.

### 5.7.2 Pengendalian Mutu Produk Pangan

Kegiatan pengendalian mutu produk pangan mencakup kegiatan yang dilakukan untuk menginterpretasikan dan mengimplementasikan rencana mutu pangan. Rangkaian kegiatan ini terdiri dari pengujian baik pada saat sebelum maupun setelah produksi pangan, sebagai upaya untuk memastikan dan menjamin kesesuaian produk terhadap persyaratan mutu pangan yang telah ditetapkan. Merujuk pada ketentuan dalam ISO 9000, kegiatan pengendalian mutu pangan memiliki fungsi sebagai berikut: (1) Pengendalian mutu pada berbagai titik penting dan terkait dalam lini produksi pangan; (2) Memastikan seluruh peralatan proses pangan telah bekerja sesuai standar, yaitu dengan memelihara dan mengkalibrasinya; (3) Meneliti penyimpangan mutu produk pangan yang terjadi dan memecahkan masalahnya selama produksi pangan; (4) Mengendalikan mutu bahan baku (*raw material*) yang diterima; (5) Mengoperasikan laboratorium uji untuk melaksanakan analisis; (6) Mengorganisasikan inspeksi pada setiap tahap proses dan memeriksa titik-titik tertentu apabila diperlukan; (7) Melaksanakan inspeksi akhir untuk menilai mutu produk akhir dan efektivitas pengukuran pengendalian mutu pangan; (8) Memeriksa mutu kemasan untuk memastikan produk pangan mampu menahan dampak transportasi dan penyimpanan; (9) Melakukan pengujian produk pangan yang diterima akibat tuntutan konsumen; dan (10) Memberikan umpan balik data penyimpangan (cacat) produk pangan yang dihasilkan dan tuntutan konsumen kepada bagian rekayasa mutu.

Manajemen mutu (*quality management*) memastikan baik secara internal (perusahaan) maupun eksternal (konsumen) bahwa sistem jaminan mutu telah diterapkan secara bertanggung jawab oleh seluruh lini perusahaan. Manajemen mutu pada tiga bagian utama penjamin mutu (*quality control*, *quality assurance*, dan *quality management*) menjadi titik kritis dalam penerapan sistem jaminan mutu di suatu perusahaan. Karena pencapaian mutu melibatkan banyak pihak, maka *quality management* memegang peran penting untuk menciptakan hubungan yang harmonis antar divisi yang secara langsung atau tidak langsung memengaruhi produk akhir.

Untuk mempertahankan mutu produk pangan agar sesuai dengan yang diharapkan konsumen dan mampu bersaing secara global, maka antar penjamin mutu secara umum dapat ditempuh upaya berikut ini.

### *Pengadaan Bahan Baku*

Baik bahan utama maupun bahan tambahan industri pangan harus direncanakan dan dikendalikan dengan baik. Aspek penting yang perlu diperhatikan, meliputi: (1) persyaratan dan kontrak pembelian; (2) pemilihan pemasok (3) kesepakatan tentang jaminan mutu; (4) kesepakatan tentang metode verifikasi; (5) penyelesaian perselisihan mutu; (6) perencanaan dan pengendalian pemeriksaan; dan (7) catatan mutu penerimaan bahan.

Jika melihat kinerja penjamin mutu, pengadaan bahan baku merupakan tanggung jawab dari *quality control* dari bagian produksi. Baik atau buruknya bahan baku yang digunakan akan berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan, sehingga menjadi tanggung jawab *quality control* untuk memastikan bahwa bahan baku telah memenuhi persyaratan/standar. Meskipun demikian hasil yang didapatkan harus menjadi perhatian dari *quality assurance* yang bertugas menjamin mutu di tingkat yang lebih luas.

### *Pengendalian Produksi*

Pengendalian produksi harus dilakukan secara terus menerus yang meliputi kegiatan: (1) pengendalian bahan dan kemampuan telusur, dengan kegiatan utama *inventory system*, yang bertujuan untuk pengendalian kerusakan bahan; (2) pengendalian dan pemeliharaan alat; (3) proses khusus, yaitu proses produksi yang kegiatan pengendaliannya sangat penting terhadap mutu produk; dan (4) pengendalian dan perubahan proses.

Pengendalian produksi menjadi tanggung jawab dari *quality control* untuk menjamin proses produksi berjalan dengan baik. Operator di bagian produksi harus mengikuti seluruh protokol produksi, termasuk kondisi proses yang sudah ditentukan (misal kapasitas, suhu, tekanan, waktu *holding*, waktu proses, dan sebagainya). Bagian *quality assurance* dapat mengevaluasi kesesuaian

antara protokol proses dengan catatan produksi untuk memastikan tidak terjadi penyimpangan proses yang dapat memengaruhi mutu dan keamanan produk.

### *Pengemasan*

Pengemasan dilakukan dengan benar dan memenuhi persyaratan teknis untuk kepentingan distribusi dan informasi. Dalam industri pangan, pengemasan umumnya merupakan tahap terakhir produksi sebelum didistribusikan, walaupun dalam beberapa kasus pengemasan merupakan bukan dari proses akhir (misalnya dalam proses produksi makanan kaleng). Pengemasan berfungsi sebagai: (1) wadah untuk memuat produk; (2) memelihara kesegaran dan kemantapan produk selama penyimpanan dan distribusi; (3) melindungi pangan dari kontaminasi lingkungan dan manusia; (4) mencegah kehilangan selama pengangkutan dan distribusi; dan (5) media informasi dan komunikasi atau pengenalan produk.

### *Penyimpanan dan Penanganan Produk Akhir*

Produk akhir biasanya disimpan sementara di gudang selama menunggu hasil uji laboratorium. Pengujian laboratorium dilakukan untuk memastikan bahwa produk pada *item* atau *lot* tertentu telah memenuhi persyaratan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Pengujian produk akhir sangat penting untuk memastikan produk tidak mengalami penyimpangan yang menyebabkan produk ditolak di lokasi tujuan. *Quality control* memegang peran pada tahap ini, karena pengujian produk akhir akan menjadi penentu keputusan apakah produk akan *release* (boleh keluar dari gidang) atau *hold* (ditahan/belum diizinkan keluar dari gudang).

Produk akhir harus ditangani dengan baik selama penyimpanan, *loading* ke transporter, dan selama pengangkutan ke lokasi tujuan (misal gudang distributor) untuk mencegah terjadinya kerusakan akibat benturan, terjatuh, tekanan, abrasi, korosi, perubahan suhu dan kelembapan, kontak dengan sinar dan pengaruh lainnya. Divisi manajemen mutu harus mampu mengendalikan personil yang bertanggung jawab terhadap penanganan produk akhir untuk mematuhi seluruh protokol yang ditetapkan.

### 5.7.3 Membangun Sistem Mutu

Untuk mempertahankan mutu produk pangan, maka hubungan antar penjamin mutu di setiap bagian menjadi sangat penting. Upaya yang dapat dilakukan untuk membangun sistem mutu di perusahaan adalah sebagai berikut:

#### *Pengendalian Rancangan*

Mutu produk sejak awal bergantung dari rancangan mutu produknya. Tanpa merancang mutu produk, maka akan sulit untuk mencapai mutu yang ditetapkan selama produksi. Fungsi utama perancang adalah menciptakan suatu produk yang dapat memuaskan harapan konsumen secara penuh, baik atribut mutu maupun harga. Dengan demikian, proses perancangan yang meliputi perencanaan mutu, verifikasi, kaji ulang, perubahan dan dokumentasi menjadi sangat penting, terutama untuk produk yang mempunyai rancangan rumit dan memerlukan ketelitian.

#### *Dokumentasi Sistem Mutu*

Perusahaan harus membangun dan mempertahankan suatu sistem mutu secara tertulis, sehingga terdokumentasi seluruh proses penjaminan mutu produknya sesuai dengan persyaratan tertentu. Sistem pendokumentasian jaminan mutu ini akan lebih melembagakan seluruh aktivitas dan pertanggungjawaban perusahaan yang dilakukan secara menyeluruh terhadap pedoman, prosedur dan instruksi kerja. Sistem mutu tertulis bukan sekedar formalitas keinginan manajemen, namun harus diterapkan di lapang. Sistem mutu terdiri dari manual, prosedur, instruksi kerja, format dan rekaman (*record*). Penulisan sistem mutu sebaiknya melibatkan seluruh manajemen dan karyawan karena mereka semua nantinya yang akan bertanggung jawab dan mengerjakan serta hasil kerjanya berpengaruh terhadap mutu produk yang dihasilkan perusahaan.

### *Pengendalian Dokumen*

Dalam penerapan sistem standar jaminan mutu, perusahaan dituntut untuk menyusun dan memelihara prosedur pengendalian semua dokumen dan data yang berkaitan dengan sistem mutu. Tujuan pengendalian dokumen adalah untuk memastikan bahwa para pekerja sadar oleh adanya dokumen yang mengatur tugas mereka. Perusahaan harus menjamin seluruh dokumen tersedia pada titik-titik yang dibutuhkan.

### *Pengendalian Pembelian Bahan*

Pembelian bahan hampir seluruhnya berdampak kepada mutu produk akhir sehingga harus dikendalikan dengan baik. Perusahaan harus memastikan bahwa semua bahan dan jasa yang diperoleh dari sumber di luar perusahaan memenuhi persyaratan yang ditentukan.

### *Pengendalian Produk yang Dipasok Pembeli*

Perusahaan bertanggung jawab terhadap pencegahan kerusakan pemeliharaan, penyimpangan, penanganan dan penggunaannya selama barang tersebut dalam tanggung jawabnya.

### *Identifikasi Produk dan Kemampuan Telusur*

Identifikasi suatu produk dan penelusuran produk merupakan persyaratan penting sistem mutu untuk keperluan identifikasi dan klasifikasi produk serta mencegah dari tercampur selama proses produksi, menjamin hanya bahan yang memenuhi syarat yang digunakan, membantu analisis kegagalan dan melakukan tindakan koreksi apabila terjadi penyimpanan, memungkinkan penarikan produk cacat/rusak dari pasar serta untuk memungkinkan penggunaan bahan yang tidak tahan lama dengan menerapkan prinsip *First In First Out* (FIFO).

### *Pengendalian Proses*

Pengendalian proses dalam sistem standar jaminan mutu mencakup seluruh faktor yang berdampak terhadap proses seperti parameter proses, peralatan, bahan, personil, dan kondisi lingkungan proses.

### *Inspeksi dan Pengujian*

Meskipun penekanan pengendalian mutu telah beralih pada kegiatan pencegahan dalam tahap sebelum produksi (perancangan, rekayasa proses dan pembelian), tetapi inspeksi dengan intensitas tertentu tidak dapat dihindari dalam sistem mutu.

### *Inspeksi, Pengukuran dan Peralatan Uji*

Pengukuran atau kegiatan pengujian bermanfaat jika hasil pengukuran dapat diandalkan. Oleh karena itu, alat pengukur atau alat uji harus memenuhi kecermatan dan konsistensi jika dioperasikan pada kondisi yang biasa digunakan.

### *Inspeksi dan Status Pengujian*

Tujuan utama sistem mutu adalah untuk memastikan hanya produk yang memenuhi spesifikasi sesuai kesepakatan yang dikirim ke pelanggan. Sering dalam suatu pabrik yang besar, produk yang memenuhi spesifikasi, yang belum diperiksa dan yang tidak memenuhi spesifikasi berada pada tempat yang berdekatan sehingga mungkin bercampur. Dengan demikian status inspeksi suatu produk harus jelas yaitu klasifikasi produk belum diperiksa, produk sudah diperiksa dan diterima, dan produk sudah diperiksa tetapi ditolak.

### *Pengendalian Produk yang Tidak Sesuai*

Dalam sistem produksi harus dapat disingkirkan produk yang tidak sesuai. Sistem standar jaminan mutu mempersyaratkan perusahaan mempunyai prosedur tertulis untuk mencegah terkirimnya produk yang tidak

sesuai kepada konsumen. Jika produk yang tidak sesuai terdeteksi pada tahap produksi, maka berdasarkan prosedur yang ada personil di penjaminan mutu harus tidak membiarkan produk tersebut keluar dari pabrik.

### *Tindakan Koreksi*

Setiap kegiatan atau sistem operasi dapat saja menyimpang dari kondisi operasi atau prosedur standar, karena berbagai alasan sehingga menghasilkan produk yang tidak sesuai. Sistem standar jaminan mutu mempersyaratkan perusahaan mempunyai sistem institusional untuk memonitor kegiatan produksi atau proses. Jika ketidaksesuaian terjadi, maka tindakan koreksi harus dilakukan sesegera mungkin agar sistem operasi kembali kepada standar.

### *Penanganan, Penyimpanan, Pengemasan dan Pengiriman*

Perusahaan manufaktur terlibat dengan berbagai bahan dan produk, baik dalam bentuk bahan mentah, produk antara untuk diproses lagi maupun produk jadi. Tentu sangat penting menjamin bahwa mutu dari semua bahan dan produk tersebut tidak terpengaruh oleh penyimpanan yang kondisinya kurang baik, penanganan yang tidak tepat, pengemasan yang tidak memadai dan prosedur pengiriman yang salah.

### *Catatan Mutu*

Perusahaan harus menyusun dan memelihara prosedur untuk identifikasi pengumpulan, pembuatan indeks, pengarsipan, penyimpanan dan disposisi catatan mutu. Catatan mutu memberikan bukti objektif bahwa mutu produk yang disyaratkan telah dicapai dan berbagai unsur sistem mutu telah dilaksanakan dengan efektif. Catatan mutu juga penting dalam proses ketertelusuran (*traceability*).

### *Audit Mutu Internal*

Sistem standar jaminan mutu mempersyaratkan suatu perusahaan untuk melembagakan audit sistematis terhadap semua kegiatan yang berkaitan dengan mutu, untuk mengetahui apakah prosedur dan instruksi memenuhi

persyaratan standar. Perusahaan juga harus dapat mendemonstrasikan bahwa semua operasi dan kegiatan dilaksanakan sesuai prosedur tertulis dan semua tujuan sistem mutu telah dicapai.

### *Pelatihan dan Motivasi*

Sistem standar jaminan mutu mempersyaratkan kebutuhan pelatihan harus diidentifikasi dengan cermat dan menyiapkan prosedur untuk melaksanakan pelatihan semua personil yang kegiatannya berkaitan dengan mutu. Penyebaran dan penambahan wawasan, *upgrading* dan *updating* sangat diperlukan bagi para pelaksana dan penanggung jawab penjamin mutu dan semua personil di divisi lain yang memengaruhi mutu (pembelian, penggudangan, R&D, produksi, distribusi, transportasi, dsb).

## 5.7.4 Sistem Jaminan Mutu dan Keamanan Pangan

Industri pangan dalam penjaminan mutu produknya selalu memutakhirkan perkembangan sistem standar jaminan mutu terbaru, mengingat semakin kompleksnya tuntutan pasar, kompetisi perdagangan produk pangan baik nasional maupun internasional dan permasalahan yang berkembang dalam aplikasi industri pangan. Untuk mengembangkan sistem mutu pangan seperti diuraikan di atas, maka terdapat beberapa sistem standar jaminan keamanan dan mutu yang dapat diaplikasikan, yaitu ISO 22000, *food defense and food frauds prevention system*, sistem jaminan halal, higienitas personal dan ruang, *biovigilance* perusahaan, *good manufacturing practices* (GMP) dan *good warehouse practices* (GWP).

ISO 22000 merupakan standar internasional yang memberikan persyaratan pada sistem manajemen keamanan pangan dan menetapkan persyaratan yang harus dipenuhi suatu perusahaan yang menunjukkan bahwa sistem manajemen tersebut benar-benar dapat mengendalikan bahaya yang terkait keamanan pangan. ISO 22000 memberikan pedoman yang dapat diikuti oleh perusahaan dalam membantu mengidentifikasi dan mengendalikan potensi bahaya yang terkait dengan keamanan pangan. Prinsip dari ISO 22000 adalah menggabungkan dan melengkapi beberapa elemen utama dari ISO 9001 dan HACCP dalam hal penyediaan suatu kerangka kerja yang efektif untuk

pengembangan, penerapan, dan peningkatan yang berkesinambungan dari Sistem Manajemen Keamanan Pangan (SMKP). Standar ISO 22000 ini menjaga keselarasan dengan sistem manajemen yang lainnya, misalnya ISO 9001 dan ISO 14001, untuk memastikan keefektifan dan keintegrasian sistem tersebut. Prinsip-prinsip tersebut meliputi: (1) prinsip komunikasi yang bersifat efektif, (2) sistem manajemen, (3) program persyaratan dasar, dan (4) prinsip HACCP.

Semakin berkembangnya sistem keamanan pangan dewasa ini menyebabkan penerapan HACCP untuk mencegah bahaya yang tidak disengaja tidak lagi cukup. Penerapan sistem pertahanan pangan (*food defense* dan *food fraud*) dianggap penting untuk mencegah bahaya yang disengaja. Mitigasi pertahanan pangan ini telah diterapkan di beberapa sistem keamanan pangan seperti *Food Safety Modern Act* (FSMA), *BRC Global Standard Food Safety Issue 8*, dan *FSSC 22000 ver. 4.1*. Pertahanan pangan merupakan proses untuk menjamin keamanan pangan serta rantai pasokannya dari semua jenis ancaman atau bahaya yang disengaja dengan motivasi untuk mengontaminasi pangan atau menyebabkan kegagalan pasokan. Mitigasi pertahanan pangan dilakukan dengan melakukan *Threats Analysis Critical Control Point* (TACCP).

*Food fraud* merupakan suatu tindakan pengrusakan pangan dengan sengaja untuk mengganti atau menambahkan bahan berbahaya atau yang tidak seharusnya pada pangan, penyajian pangan secara keliru, pelabelan atau pemberian informasi produk yang salah dan menyesatkan dengan motivasi keuntungan ekonomi. Mitigasi *food fraud* dilakukan dengan melaksanakan *Vulnerability Assessment and Critical Control Point* (VACCP).

Kejahatan pangan yang disengaja sifatnya masif dalam hal jenis kejahatan dan tingkat keuntungan finansial yang didapatkan. Model kejahatan pangan yang sukses bergantung dari seberapa baik kejahatan telah dieksekusi dan pada titik apa, atau bahkan jika terdeteksi telah terjadi. Dengan demikian, diperlukan alat penilaian risiko kejahatan pangan dan aplikasinya. Keamanan pangan, pertahanan pangan, dan risiko penipuan pangan mempertimbangkan kriteria yang berbeda untuk menentukan tingkat risiko situasional untuk setiap kriteria dan langkah yang perlu diterapkan dalam mengurangi risiko

tersebut. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mendukung pengembangan penanggulangan global agar dapat mengurangi risiko keseluruhan, bahkan ketika potensi bahaya mungkin sebagian besar tidak diketahui, dan penanggulangan risiko khusus yang dapat ditindaklanjuti (Manning dan Soon 2016).

Lebih lanjut Manning dan Soon (2016) membandingkan dan membedakan model *Food Crime Risk Assesment* (FCRA) yang ada dan aplikasinya. Kajian yang dilakukan adalah melihat perbedaan antara keamanan pangan, mutu pangan, pertahanan pangan, dan sifat insiden kecurangan pangan yang tumpang tindih. Hal ini dilihat dari kegiatan kriminal yang disengaja apakah berdampak akan membahayakan kesehatan atau berdampak pada mutu produk. Dalam keadaan tertentu insiden keamanan pangan dapat dianggap sebagai kejadian yang disengaja, sehingga pelakunya bertanggung jawab dalam menghadapi tuntutan pidana.

Hal yang perlu diperjelas adalah membedakan kasus yang termasuk dan yang tidak termasuk ke dalam istilah ancaman. Kemudian mengetahui pengaruhnya terhadap keamanan pangan atau ancaman sebelum dan setelah menerapkan sistem VACCP, TACCP, atau HACCP. Tantangannya adalah bagaimana mengetahui perbedaan antara potensi ancaman (bahaya) dan konsekuensinya (efek) serta perbedaan antara pemalsuan dan kontaminasi pangan yang tidak disengaja. Dengan mengetahui perbedaan tersebut, maka dapat ditentukan cara penanggulangan yang harus diadopsi, dan personalia yang harus bertanggung jawab.

Tidak terdeteksinya perbedaan tersebut dapat menjadi kelemahan organisasi untuk mengimplementasikan sistem perlindungan/pengendalian keamanan pangan yang sesuai. Industri pangan harus mengetahui dengan pasti apa yang dimaksud dengan istilah mutu pangan, keamanan pangan, pertahanan pangan, dan penipuan pangan. Mereka harus dapat membedakan kontaminasi dan pemalsuan pangan. Beberapa istilah ini dapat menyebabkan kebingungan dan interpretasi yang berbeda ketika sistem pengendalian harus diadopsi dan diimplementasikan. Sistem ISO 31000: 2009 menyediakan hierarki tentang cara pengendalian risiko termasuk menghindari, menerima

atau mempertahankan risiko. Penanggulangan yang tepat harus dilakukan untuk menghapus sumber risiko, dan mengubah kemungkinan risiko atau konsekuensi risiko yang harus ditanggung.

Sistem Jaminan Halal (SJH) atau *Halal Assurance System* (HAS) 23000 adalah suatu sistem yang memberikan jaminan halal suatu produk yang diberikan kepada produsen produk maupun jasa dalam suatu organisasi/perusahaan. Penerapan sistem ini disertifikasi oleh Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-obatan dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia (LPPOM MUI) atau Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH). Prinsip produksi halal harus dipahami oleh semua elemen perusahaan, mulai dari pemilik, *top management*, sampai para pelaksana di segala lini. Perusahaan juga harus berkomitmen penuh untuk menerapkan seluruh prinsip SJH.

Keamanan pangan kini telah menjadi tuntutan dan kebutuhan pasar. Produsen pangan menyadari hal tersebut dengan menentukan langkah yang tepat, salah satunya adalah dengan menerapkan prinsip GMP yang menjadi dasar untuk membenahi sistem manajemen keamanan pangan (*food safety management system*) dalam mewujudkan keamanan pangan yang diharapkan pelanggan. Konsep GMP merupakan bagian dari HACCP, karena GMP menjadi persyaratan dasar (*prerequisite*) yang berfokus pada kondisi lingkungan area pabrik.

GMP berdasarkan ISO/TS 22002-1:2009 terdiri atas: (1) konstruksi dan *layout* bangunan, (2) *layout* bahan baku dan area produksi, (3) utilitas (air, udara, dan energi), (4) pembuangan limbah, (5) kesesuaian peralatan, pembersihan dan pemeliharaan, (6) pembelian bahan, (7) manajemen pengukuran mencegah kontaminasi silang, (8) pembersihan dan sanitasi, (9) pengendalian hama, (10) fasilitas dan kebersihan personal, (11) *Rework*, (12) prosedur *product recall*, (13) pergudangan, (14) informasi produk, dan (15) pertahanan pangan, bioterorisme dan *biovigilance*.

Salah satu konsep GMP terkait dengan pertahanan pangan, bioterorisme dan *biovigilance*. ISO-TS 22002-1: 2009 pasal 18.1 meminta setiap lembaga harus menilai bahaya terhadap produk yang ditimbulkan oleh potensi

tindakan sabotase, vandalisme atau terorisme dan harus menerapkan tindakan perlindungan yang proporsional. Pengendalian akses adalah salah satu cara untuk mengendalikan informasi serta akses ke area pabrik.

Pertahanan pangan, bioterorisme, dan *biovigilance* dalam GMP menjadi poin penting untuk mencegah penggunaan pangan sebagai senjata untuk melakukan teror, sabotase, dan vandalisme dengan mencampurkan bahan atau mikroba pada pangan. Produsen diharapkan dapat melakukan tindakan pencegahan atau mengantisipasi adanya kegiatan terorisme dengan membuat prosedur pertahanan pangan. Salah satu cara untuk mengantisipasinya adalah dengan mengidentifikasi karyawan yang potensial akan melakukan sabotase pada perusahaan pangan. Contoh kasus di Australia, seorang pengawas perkebunan stroberi memasukkan jarum jahit ke stroberi karena dengki. Berdasarkan identifikasi tersebut maka sesuai dengan persyaratan ISO-TS selanjutnya dibuatkan prosedur pengendalian termasuk akses dokumen dan akses area untuk karyawan. Karyawan produksi tidak diberikan akses untuk ke area gudang bahan baku dan sebelum masuk ke area produksi harus melewati pemeriksaan oleh bagian *Quality Control*. Karyawan produksi tidak diperkenankan membawa apapun sebelum masuk ke area produksi dan diwajibkan untuk menggunakan baju khusus produksi yang tidak diperbolehkan dibawa pulang. Pembatasan akses masuk area juga berlaku juga untuk pembatasan akses dokumen yang diperbolehkan dilihat oleh karyawan produksi. Dokumen bahan baku tidak boleh diakses oleh karyawan produksi (Anonim 2020).

## 5.8 Ringkasan

1. Perkembangan industri pangan yang pesat menyediakan produk pangan yang beragam dengan mutu yang dapat bervariasi. Tanggung jawab produsen untuk menghasilkan produk pangan yang aman dan bermutu sesuai harapan dari konsumen.
2. Perkembangan industri pangan yang pesat menyediakan produk pangan yang beragam dengan mutu yang dapat bervariasi. Tanggung jawab produsen untuk menghasilkan produk pangan yang aman dan bermutu sesuai harapan dari konsumen.

3. Mutu dapat memiliki beberapa definisi, yang berbasis produk, pengguna, proses dan harga. Mutu merupakan keseluruhan gabungan karakteristik produk dan jasa dari pemasaran, rekayasa, pembuatan, dan pemeliharaan yang membuat produk dan jasa yang digunakan memenuhi harapan konsumen.
4. Keamanan pangan adalah kondisi dan upaya untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia, serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya masyarakat sehingga aman untuk dikonsumsi.
5. Jaminan mutu adalah istilah modern untuk menggambarkan pengawasan, evaluasi dan audit sistem pengolahan pangan. Fungsi utamanya adalah untuk memberikan kepercayaan bagi konsumen terhadap produk yang dihasilkan. Pengendalian mutu pangan adalah pengukuran kinerja produk, membandingkan dengan standar dan spesifikasi produk, dan melakukan tindakan koreksi apabila terjadi penyimpangan.
6. Mutu dalam aplikasinya bukan hanya karakteristik produk, tetapi merupakan suatu sistem. Manajemen mutu bersifat mengikat seluruh tingkatan manajemen dalam perusahaan yang dalam kegiatannya berorientasi pada penciptaan mutu produk yang tinggi sebagai upaya penerapan sistem jaminan mutu. Sistem manajemen pada suatu perusahaan merujuk pada perencanaan dan rekayasa mutu yang baik, serta pengendalian mutu pangan.
7. Industri pangan dalam penjaminan mutu produknya selalu mengikuti perkembangan sistem standar jaminan mutu terbaru, mengingat semakin kompleksnya tuntutan pasar, kompetisi perdagangan produk pangan baik nasional maupun internasional dan permasalahan yang berkembang dalam aplikasi industri pangan. Beberapa sistem standar jaminan mutu yang telah tersedia diterapkan di industri pangan, di antaranya sistem keamanan pangan (ISO 22000), sistem jaminan halal (HAS 23000), pertahanan pangan (*food defense* dan *food fraud*) (TACCP dan VACCP), dan *good manufacturing practices* (ISO/TS 22002-1:2009).

## 5.9 Pustaka

- Anonim. 2020. *Pertahanan Pangan, Bioterrorism, Sabotasi dan Bivigilance Manufaktur Berdasarkan ISO/TS 22002-1: 2009*. Bizplus.id.
- Clute M. 2009. *Food Industry Quality Control System*. CRC Press. Boca Raton.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 1998. *Food Quality and Safety Systems - A Training Manual on Food Hygiene and the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System*. Publishing Management Group, FAO Information Division. Rome
- Feigenbum AV. 1983. *Total Quality Control*. 3<sup>rd</sup> edition, McGraw-Hill. New York.
- Gould WA, Gould RW. 2001. *Total Quality Assurance for the Food Industry*, 3<sup>rd</sup> edition, CTI Publications, Inc., Timonium, MD
- Hariyadi P. 2017. Keamanan Pangan: Prasyarat Dasar Pangan. *Majalah Keamanan Pangan*. 12: 10–13.
- Hubeis M. 1999. *Sistem Jaminan Mutu Pangan*. Kerjasama Pusat Studi Pangan dan Gizi-IPB dengan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Bogor.
- Irawati H, Kusnandar F, Kusumaningrum HD. 2019. Analisis penyebab penolakan produk perikanan Indonesia oleh Uni Eropa periode 2007 – 2017 dengan pendekatan *root cause analysis*. *Jurnal Standarisasi*. 21(2): 149–160.
- Kadarisman D. 1996. *Program Perbaikan Mutu*. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi-IPB, Bogor.
- Manning L, Soon JN. 2016. Food safety, food fraud, and food defense: a fast evolving literature. *Journal of Food Science*. 81(4): 8823–8834.
- Muhandri T, Kadarisman D. 2012. *Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan*. IPB Press. Bogor.

- Sari SM. 2018. *Penolakan Produk Perikanan: Kontaminasi Logam Berat Hantui Ekspor*. Bisnis.com <https://sumatra.bisnis.com/read/20180605/452/802783/penolakan-produk-perikanan-kontaminasi-logam-berat-hantui-ekspor> (diunduh tanggal 26 Mei 2020)
- Rotaru G, Sava N, Borda D, Stanciu S. 2005. Food quality and safety management systems; a brief analysis of the individual and integrated approaches. *Agroalimentary Processes and Technologies*. 11(1): 229–236.
- Vasconcellos JA. 2005. *Quality Assurance for the Food Industry; A Practical Approach*. CRC Press. Boca Raton London New York Washington, D.C.

## Latihan

**Petunjuk:** Untuk memahami materi pada Bab 5 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Hal pertama dan utama yang harus diperhatikan bagi siapa pun yang bergerak di bidang pangan adalah tentang:
  - a. Mutu sensori pangan
  - b. Kandungan gizi pangan
  - c. Keamanan pangan
  - d. Harga jual
2. Karakteristik mutu produk industri pangan dibedakan atas hal berikut, kecuali:
  - a. Karakteristik fungsional
  - b. Karakteristik kemudahan penggunaan
  - c. Karakteristik masa simpan
  - d. Karakteristik fisiologis

3. Langkah awal dari evolusi pengendalian mutu adalah adanya:
  - a. *Statistic quality control*
  - b. *Inspection quality control*
  - c. *Foreman quality control*
  - d. *Operator quality control*
4. Konsep jaminan mutu merupakan cikal bakal konsep *Total Quality Control* (TQC) yang pada akhirnya disebut sebagai:
  - a. *Good Manufacture Practice* (GMP)
  - b. *Total Quality Management* (TQM)
  - c. *Statistical Quality Control* (SQC)
  - d. *Statistical Process Control* (SPQ)
5. Dalam perkembangan sistem jaminan mutu, periode ini dicirikan dengan penggunaan teknik sampling dan *control chart* (peta kendali)
  - a. *Statistic quality control*
  - b. *Inspection quality control*
  - c. *Foreman quality control*
  - d. *Operator quality control*
6. Sistem manajemen mutu perusahaan pangan merujuk pada hal berikut, kecuali
  - a. Dokumen mutu
  - b. Rekayasa mutu
  - c. Perencanaan mutu
  - d. Pengendalian mutu

7. Langkah-langkah mempertahankan mutu produk pangan meliputi:
  - a. Jaminan bahan baku, proses pengolahan, serta penanganan dan penyimpanan produk akhir
  - b. Jaminan bahan baku, inspeksi produk akhir, pengemasan dan penyimpanan produk
  - c. Pengawasan ketat proses pengolahan agar tidak terjadi gangguan dan penyimpanan mutu pangan
  - d. Seluruh personal harus bertanggung jawab dan memastikan semua personal disiplin masuk kerja dengan protokol keamanan pangan yang ketat
8. Apabila proses produksi dari perusahaan pangan ternyata didapatkan penyimpangan produk, maka yang paling disarankan kaitannya dengan jaminan mutu adalah:
  - a. Memberikan edukasi dan pelatihan kepada seluruh jajaran karyawan agar kejadian serupa tidak terulang di kemudian hari
  - b. Memisahkan produk yang tidak sesuai
  - c. Untuk menghindari kerugian, selama proses sebaiknya diteruskan dan dikelompokkan sebagai produk untuk pasar lokal
  - d. Jawaban A, B dan C benar
9. Saran-saran terkait implementasi jaminan mutu dan keamanan pangan pada industri selama masa pandemik Covid-19 yang paling sesuai adalah:
  - a. *Work from home* dengan mengontrol ketat proses produksi jarak jauh
  - b. Seluruh karyawan dan pihak manajemen beserta para pemasok disarankan *rapid test* agar tidak terjadi *local transmission*
  - c. Perusahaan tetap berproduksi dengan mengikuti protokol kesehatan
  - d. Jawaban B dan C paling disarankan

10. Aplikasi sistem jaminan mutu yang sangat dibutuhkan pada industri pangan kaitannya dengan kesehatan dan keamanan konsumen adalah:
  - a. Satuan Pengawasan Internal
  - b. Gugus Kendali Mutu
  - c. *Food Safety Management System*
  - d. *Sustainable Food Security System*

### Tugas Mandiri (*Challenge Questions*)

1. Jelaskan empat langkah dalam pengendalian mutu industri pangan.
2. Sebutkan tiga hal penting yang harus dipertimbangkan jika akan menerapkan sistem jaminan mutu.
3. Jelaskan kaitan antara sistem jaminan mutu dengan keamanan pangan.
4. Bila anda seorang pelaku usaha di UMKM Pangan, bagaimana anda merencanakan perusahaan dalam kaitannya dengan penerapan jaminan mutu produk yang dihasilkan.



## Bab

# 6

## Peraturan, Legislasi Pangan dan *Codex Alimentarius* *Commission*

*Purwiyatno Hariyadi dan Sri Raharjo*

### 6.1 Pendahuluan

Pangan adalah salah satu kebutuhan dasar manusia. Pangan berfungsi sebagai sumber energi dan zat gizi yang diperlukan oleh semua organisme, termasuk manusia, untuk hidup dan berkembang. Karena itu, manusia tidak akan mampu bertahan hidup tanpa pangan. Namun pangan bukan hanya sebagai sumber energi dan gizi, tetapi juga mempunyai arti yang lebih luas. Pangan yang dikonsumsi oleh masyarakat harus bermutu dan aman. Pangan juga merupakan komoditas ekonomi yang diperdagangkan secara luas, bahkan secara internasional (impor atau ekspor), yang harus memenuhi persyaratan negara tujuan. Karena alasan tersebut, maka diperlukan adanya peraturan atau regulasi pangan.

Peraturan atau regulasi pada dasarnya merupakan suatu ketetapan dari pemerintah, yang ditujukan secara khusus untuk memengaruhi perilaku (baik individu, organisasi, dan/atau perusahaan) untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Tujuan tertentu tersebut biasanya adalah dalam rangka memaksimalkan kepentingan bersama. Untuk dapat lebih nyata memengaruhi perilaku tersebut, maka suatu peraturan biasanya didukung dengan adanya sanksi.

Untuk pangan, tujuan utama peraturan atau regulasi pangan ini adalah untuk memberikan perlindungan konsumen dan menjamin terjadinya perdagangan pangan yang adil. Aspek perlindungan konsumen tidak hanya mencakup perlindungan kesehatan, tetapi juga perlindungan dari penipuan, pemalsuan serta ketidaksesuaian terhadap mutu dan gizi pangan yang berlaku. Untuk dapat menjamin terjadinya perdagangan pangan yang adil, maka peraturan pangan berperan sebagai acuan, dan pelaku usaha pangan berkewajiban untuk mematuhiinya. Oleh karena itu, peraturan pangan ini perlu disusun secara transparan dan terbuka dengan melibatkan semua pemangku kepentingan pangan, termasuk para pelaku usaha pangan.

Suatu negara perlu mempunyai sistem hukum nasional sebagai pilar utama dalam sistem pengendalian dan pengawasan pangan yang efektif, sehingga tujuan peraturan pangan yang ada dapat dicapai. Sistem nasional pengendalian dan pengawasan pangan ini (dalam pustaka internasional sering disebut sebagai *National Food Control System*) merupakan sistem yang cukup kompleks yang mencakup aneka pengendalian dan pengawasan. Pelaksanaan peraturan harus secara disiplin diikuti dan dilaksanakan oleh semua operator pada setiap mata rantai pangan, untuk memastikan bahwa pangan tersebut aman, bergizi dan bermutu, saat digunakan atau dikonsumsi oleh konsumen.

Untuk membahas hal tersebut di atas, maka Bab ini dibagi menjadi tiga bagian. Subbab 6.2 membahas mengenai peraturan pangan yang berlaku, khususnya di Indonesia saat ini. Subbab 6.3 membahas legislasi pangan, yaitu proses pengembangan peraturan pangan, serta praktik baik yang perlu dilakukan supaya peraturan pangan yang dihasilkan dapat efektif dan efisien. Subbab 6.4 memperkenalkan *Codex Alimentarius Commission* (CAC) yang merupakan lembaga di bawah FAO/WHO yang berperan dalam mengembangkan standar pangan yang outputnya menjadi rujukan bagi negara anggotanya dalam penyusunan peraturan nasional, serta penanganan Codex di Indonesia.

## 6.2 Peraturan Pangan

Subbab ini membahas struktur peraturan dan perundangan pangan, kewenangan kementerian dan lembaga dalam regulasi pangan, kategori pangan, peraturan pelabelan pangan, tatacara pencantuman informasi nilai gizi, klaim, peraturan yang terkait sertifikasi halal produk pangan, dan perangkat peraturan berupa standar.

### 6.2.1 Struktur Peraturan dan Perundang-Undangan Pangan

Untuk memahami tentang berbagai bentuk peraturan atau regulasi pangan yang berlaku di Indonesia, maka perlu diketahui terlebih dahulu tata urutan peraturan perundangan yang ada. Menurut Undang-Undang No 12 Tahun 2011 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan, peraturan secara hirarkis adalah Undang-Undang Dasar 1945 sebagai peraturan tertinggi, diikuti selanjutnya oleh Ketetapan Majelis Permusyawaratan Rakyat (MPR), Undang-Undang (UU), Peraturan Pemerintah (PP), Peraturan Presiden (Perpres), dan peraturan pelaksanaan yang terdiri antara lain Peraturan Menteri (Permen) atau Peraturan Badan/Lembaga (Per-Badan/Lembaga).

Saat ini ada sekurang-kurangnya empat undang-undang yang mengatur tentang pangan yaitu Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen, Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan, Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan, dan Undang-Undang Nomor 33 tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal. Oleh penyusun undang-undang adanya *overlapping* antara keempat undang-undang tersebut sudah disadari sepanjang harmoni dan tidak bertentangan. Untuk mengenal lebih lanjut bagaimana undang-undang yang ada mengatur tentang pangan, maka perlu diketahui cakupan isi dari masing-masing undang-undang tersebut yang secara ringkas disajikan pada **Tabel 6.1**.

Tabel 6.1 Pengaturan tentang pangan oleh undang-undang yang masih berlaku pada tahun 2020

Bab	UU No. 8 Tahun 1999: Perlindungan Konsumen	UU No. 36 Tahun 2009: Kesehatan	UU No. 33 Tahun 2014: Jaminan Produk Halal	UU No. 18 Tahun 2012: Pangan
Bab 3			Bab 3: Bahan dan proses produk halal	
Bab 4	Perbuatan yang dilarang bagi pelaku usaha		Bab 4: Pelaku usaha	Ketersediaan pangan
Bab 5			Tata cara memperoleh sertifikat halal	Keterjangkauan pangan
Bab 6		Upaya Kesehatan Bagian Keenam Belas: Pengamanan Makanan dan Minuman		Konsumsi pangan dan gizi
Bab 7				Keamanan pangan
Bab 8		Gizi		Label dan iklan pangan
Bab 9				Pengawasan
Bab 10				Sistem informasi pangan
Bab 11				Penelitian dan pengembangan pangan
Bab 12				Kelembagaan pangan
Bab 13				Peran serta masyarakat

Selain empat undang-undang tersebut, terdapat undang-undang lain yang mengatur juga tentang pangan, yaitu UU 21 Tahun 2014 tentang Pengesahan Protokol Cartagena, UU 23 Tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah dan UU 18 Tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan,

yang telah diubah melalui UU 41 Tahun 2014. Setiap undang-undang yang terkait dengan pangan mengamanahkan untuk pengaturan lebih lanjut untuk penerapannya melalui sejumlah PP atau Peraturan Menteri/Peraturan Badan/Peraturan Lembaga. Sebagai contoh dalam Undang-undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan mengamanahkan tidak kurang sebanyak 20 substansi yang perlu dijabarkan dalam PP untuk mendukung pelaksanaannya. Beberapa contoh PP yang diamanahkan dalam UU Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan dapat dilihat pada **Tabel 6.2**. Beberapa di antaranya belum dilakukan pemutakhiran PP sesuai amanah undang-undang tersebut, di antaranya terkait dengan label dan iklan pangan. Di antara sejumlah PP yang telah ditetapkan dan sangat penting untuk melindungi konsumen pangan adalah PP Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan yang di dalamnya diatur lebih rinci mengenai keamanan pangan (**Tabel 6.3**).

Tabel 6.2 Contoh sebagian Peraturan Pemerintah yang menjadi amanah Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan dan realisasinya

Topik Peraturan Pemerintah yang Dimandatkan	Ketersediaan s.d 2020
Cadangan pangan pemerintah	PP No. 17 Tahun 2015
Impor pangan	PP No. 86 Tahun 2019
Penganeekaragaman pangan	PP No. 17 Tahun 2015
Krisis pangan	PP No. 17 Tahun 2015
Distribusi pangan	PP No. 17 Tahun 2015
Mekanisme, tata cara, dan jumlah maksimal penyimpanan pangan pokok oleh pelaku usaha pangan	PP No. 17 Tahun 2015
Persyaratan sanitasi dan jaminan keamanan pangan	PP No. 86 Tahun 2019
Bahan tambahan pangan dan bahan yang dilarang	PP No. 86 Tahun 2019
Iradiasi pangan	PP No. 86 Tahun 2019
Pangan rekayasa genetik	PP No. 86 Tahun 2019
Keamanan pangan dan mutu pangan	PP No. 86 Tahun 2019
Label dan iklan pangan	PP No. 69 Tahun 1999*
Sistem informasi pangan	PP No. 17 Tahun 2015

\*Belum dimutakhirkan

Tabel 6.3 Contoh pengaturan dalam PP Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan

Bab	Bagian		Paragraf	
Bab 2: Penyelenggaraan Keamanan Pangan	Kesatu: Sanitasi Pangan			
	Kedua: Pengaturan Bahan Tambahan Pangan			
	Ketiga: Pengaturan Pangan Produk Rekayasa Genetik			
	Keempat: Iradiasi Pangan			
	Kelima: Standar Kemasan pangan			
	Keenam: Pemberian Jaminan Keamanan Pangan dan Mutu Pangan		2:	Pendaftaran Sarana Produksi
			3:	Pemberian Ijin Edar Pangan Olahan
			4:	Pemberian Nomor Registrasi untuk Pangan Segar Asal Hewan dan Pemberian Nomor Pendaftaran untuk Pangan segar Asal Tumbuhan
			5:	Pemberian Sertifikat untuk Pangan Segar Asal Ikan
			6:	Pengujian Laboratorium
		7:	Pangan Tercemar	
	8:	Impor Pangan		
Ketujuh: Jaminan Produk Halal Bagi yang Dipersyaratkan				

Peraturan pemerintah lainnya yang diturunkan dari UU Nomor 18 Tahun 2012 adalah PP Nomor 17 Tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi. Di antara peraturan turunan di tingkat menteri atau kepala badan adalah Peraturan Menteri Perindustrian No 75/M-IND/PER/7/2010 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (*Good Manufacturing Practices*), PerBPOM Nomor 31 Tahun 2018 tentang Label Pangan Olahan, dan PerBPOM Nomor 22 Tahun 2019 tentang Informasi Nilai Gizi pada Label Pangan Olahan. Peraturan lain yang banyak terkait dengan pangan olahan yang dikeluarkan oleh BPOM dapat dilihat di **Tabel 6.4**. Selain menerbitkan peraturan, untuk memudahkan implementasi dan dalam rangka memperoleh pemahaman dan persepsi yang sama serta memberikan panduan bagi UMKM, BPOM menerbitkan sejumlah pedoman implementasi peraturan, antara lain Pedoman Perhitungan Karakteristik Dasar Kategori Pangan, Pedoman Implementasi Pelabelan Pangan Olahan - Pencantuman Jumlah Bahan Baku dan Informasi Alergen (**Tabel 6.5**).

Tabel 6.4 Beberapa contoh Peraturan BPOM yang terkait dengan pangan olahan

Peraturan BPOM	Peraturan Tentang
Nomor HK.03.1.23.12.11.10569 Tahun 2011	Pedoman Cara Ritel Pangan Yang Baik
Nomor HK.03.1.23.12.11.10720 Tahun 2011	Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan Yang Baik Untuk Formula Bayi Dan Formula Lanjutan Bentuk Bubuk
Nomor 05 Tahun 2015	Pedoman Cara Ritel Pangan Yang Baik Di Pasar Tradisional
Nomor 02 Tahun 2016	Pedoman Teknis Pengawasan Periklanan Pangan Olahan
Nomor 09 Tahun 2016	Acuan Label Gizi
Nomor 13 Tahun 2016	Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan
Nomor 14 Tahun 2016	Standar Keamanan dan Mutu Minuman Beralkohol
Nomor 24 Tahun 2016	Persyaratan Pangan Steril Komersial
Nomor 01 Tahun 2017	Pengawasan Pangan Olahan Organik
Nomor 27 Tahun 2017	Pendaftaran Pangan Olahan
Nomor 01 Tahun 2018 dan Nomor 24 Tahun 2019	Pengawasan Pangan Olahan Untuk Keperluan Gizi Khusus
Nomor 03 Tahun 2018	Pangan Iradiasi
Nomor 05 Tahun 2018	Batas Maksimal Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan
Nomor 06 Tahun 2018	Pengawasan Pangan Produk Rekayasa Genetik
Nomor 07 Tahun 2018	Bahan Baku yang Dilarang Dalam Pangan Olahan
Nomor 08 Tahun 2018	Batas Maksimal Cemaran Kimia Dalam Pangan Olahan
Nomor 31 Tahun 2018	Label Pangan Olahan
Nomor 11 Tahun 2019	Bahan Tambahan Pangan
Nomor 13 Tahun 2019	Batas Maksimal Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan
Nomor 18 Tahun 2019	Cara Iradiasi Pangan yang Baik
Nomor 19 Tahun 2019	Pedoman Cara Produksi yang Baik untuk Pangan Steril Komersial yang Diolah dan Dikemas Secara Aseptik
Nomor 20 Tahun 2019	Kemasan Pangan
Nomor 28 Tahun 2019	Bahan Penolong dalam Pangan Olahan
Nomor 16 Tahun 2020	Pencantuman Informasi Nilai Gizi Untuk Pangan Olahan Yang Diproduksi Oleh UMKM

Sumber: <http://jdih.pom.go.id/>

Tabel 6.5 Beberapa contoh Pedoman yang diterbitkan BPOM

No Pedoman tentang	
1.	Formaldehida Dalam Pangan Olahan Yang Terbentuk Karena Proses
2.	Pedoman Evaluasi Mutu Gizi dan Non Gizi Pangan
3.	Pedoman Implementasi Pelabelan Pangan Olahan - Pencantuman Jumlah Bahan Baku dan Informasi Alergen
4.	Implementasi Peraturan di Bidang Pangan Olahan Tertentu
5.	Penerapan Peraturan Badan POM Tentang Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan
6.	Perhitungan Karakteristik Dasar Kategori Pangan
7.	Pedoman Spesifikasi dan Penggunaan Bahan Dasar Permen Karet
8.	Pedoman Cokelat
9.	Pedoman Teknis Pengawasan Periklanan Pangan Olahan
10.	Pedoman Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pada Produk Hasil Olahan Biji-bijian dan Umbi Untuk Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM)
11.	Pedoman Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pada Produk Tepung dan Hasil Olahannya Untuk Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM)

Sumber: <https://standarpangan.pom.go.id/produk-standardisasi/pedoman>

Contoh lain dari amanah undang-undang yang harus diturunkan adalah Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal (UU JPH). UU JPH sudah mulai diimplementasikan dengan terbitnya beberapa peraturan pelaksana yang diamanatkan oleh undang-undang tersebut. Berdasarkan penelusuran terhadap UU JPH, setidaknya terdapat 20 substansi yang perlu dijabarkan lebih lanjut dalam peraturan pelaksana yang diamanatkan oleh UU tersebut, yang rinciannya adalah satu substansi dalam Perpres, delapan substansi dalam PP, dan 11 substansi dalam Permen. Di antara amanah tersebut yang telah terbit yaitu PP 31 Tahun 2019 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang nomor 33 Tahun 2014 Tentang Jaminan Produk Halal, dan Peraturan Menteri Agama No. 26 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Jaminan Produk Halal. Dengan terbitnya peraturan pelaksanaan tersebut, penyelenggaraan jaminan produk halal sudah mulai diimplementasikan dan menjadi kewenangan Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal.

Salah satu UU lain yang juga mengatur pangan, khususnya pangan produk rekayasa genetik (PRG) adalah UU Nomor 21 Tahun 2004 tentang Pengesahan Protokol Cartagena, yang implementasinya telah dijabarkan dalam

PP Nomor 21 Tahun 2005 tentang Keamanan Hayati Produk Rekayasa Genetik. PP ini mengatur penanganan keamanan PRG di Indonesia baik dari sisi pakan, pangan atau lingkungan (untuk budidaya), termasuk peran dan tanggung jawab kelembagaan Komisi Keamanan Hayati PRG serta koordinasinya dengan Kementerian/Lembaga terkait termasuk BPOM (untuk keamanan pangan PRG).

PP Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan mengatur tentang Bahan Tambah Pangan. Peraturan mengenai BTP antara lain mencakup kelompok dan jenis BTP yang diizinkan (**Tabel 6.6**).

Tabel 6.6 Golongan Bahan Tambah Pangan yang diatur dalam PP Nomor 86 Tahun 2019

Golongan Bahan Tambah Pangan	
• Antibuih ( <i>antifoaming agent</i> )	• Pengembang ( <i>raising agent</i> )
• Antikempal ( <i>anticaking agent</i> )	• Pengemulsi ( <i>emulsifier</i> )
• Antioksidan ( <i>antioxidant</i> )	• Pengental ( <i>thickener</i> )
• Bahan pengkarbonasi ( <i>carbonating agent</i> )	• Pengeras ( <i>firming agent</i> )
• Garam pengemulsi ( <i>emulsifying salt</i> )	• Penguat rasa ( <i>flavour enhancer</i> )
• Gas untuk kemasan ( <i>packaging gas</i> )	• Peningkat volume ( <i>bulking agent</i> )
• Humektan ( <i>humectant</i> )	• Penstabil ( <i>stabilizer</i> )
• Pelapis ( <i>glazing agent</i> )	• Peretensi warna ( <i>colour retention agent</i> )
• Pemanis ( <i>sweetener</i> )	• Perisa ( <i>flavouring</i> )
• Pembawa ( <i>carrier</i> )	• Perlakuan tepung ( <i>flour treatment agent</i> )
• Pembentuk gel ( <i>gelling agent</i> )	• Pewarna ( <i>colour</i> )
• Pembuih ( <i>foaming agent</i> )	• Propelan ( <i>propellant</i> ) dan
• Pengatur keasaman ( <i>acidity regulator</i> )	• Sekuestran ( <i>sequestrant</i> )
• Pengawet ( <i>preservative</i> )	

Dalam PP tersebut, dinyatakan bahwa golongan, jenis, batas maksimal, dari BTP ditetapkan lebih lanjut dengan Peraturan BPOM. Oleh karena itu, Kepala BPOM menerbitkan Peraturan Badan POM Nomor 11 Tahun 2019 yang mengatur lebih lanjut jenis, dan batas maksimal BTP untuk setiap kategori pangan. Hal ini menunjukkan bahwa Kepala Badan mendapatkan kewenangan untuk membuat peraturan lebih lanjut mengenai hal tersebut. Selanjutnya terdapat pembagian kewenangan yang ditetapkan dalam PP tersebut, khususnya yang berkaitan dengan penggunaan bahan tambahan yang dilarang pada beberapa kelompok pangan (pangan segar dan pangan olahan).

## 6.2.2 Kewenangan Kementerian dan Lembaga Dalam Regulasi Pangan

Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 banyak mengatur pemberian kewenangan kepada kementerian atau lembaga pemerintah non kementerian (LPNK) untuk menyusun peraturan yang lebih rinci dalam rangka manajemen keamanan pangan nasional, seperti pemberian kewenangan untuk mengatur lebih lanjut tentang bahan tambahan pangan, cemaran pangan, kemasan pangan, pangan PRG, dan pangan yang diiradiasi. Pemberian kewenangan mempertimbangkan lingkup kewenangan dari kementerian/lembaga. Sebagai contoh, berdasarkan PP tersebut, menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pertanian atau menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang kelautan dan perikanan sesuai dengan kewenangannya diamanahkan untuk mengatur bahan yang dilarang untuk digunakan sebagai BTP untuk Pangan Segar. Sementara itu, BTP yang diizinkan dan bahan yang dilarang untuk digunakan sebagai BTP pada pangan olahan ditetapkan oleh Kepala Badan, yang dalam hal ini adalah Kepala BPOM. Sebagai implementasinya, Kepala BPOM mengatur golongan, jenis, dan batas maksimal penggunaan BTP (dalam hal ini dicontohkan untuk pengawet asam benzoat) yang ditetapkan oleh Peraturan Kepala BPOM (**Tabel 6.7**). PP Nomor 86 Tahun 2019 juga mengatur pembagian kewenangan pengawasan kepada Kementerian dan LPNK, termasuk pemerintah daerah terhadap aspek pemenuhan persyaratan keamanan pangan, mutu pangan, dan gizi pangan (**Tabel 6.8**).

Tabel 6.7 Contoh cuplikan Peraturan Kepala BPOM Nomor 11 Tahun 2019 tentang bahan tambahan pangan golongan pengawet jenis asam benzoat

Nomor Kategori Pangan	Nama Kategori Pangan	Batas maksimal (mg/kg) dihitung sebagai asam benzoat
01.7	Makanan Pencuci Mulut Berbahan Dasar Susu (Misalnya Puding, Yoghurt Berperisa/rasa atau Yoghurt dengan Buah)	200
02.2.2.	Lemak Oles, Lemak Oles dari Lemak Susu dan Campurannya	1000

Tabel 6.7 Contoh cuplikan Peraturan Kepala BPOM Nomor 11 Tahun 2019 tentang bahan tambahan pangan golongan pengawet jenis asam benzoat (lanjutan)

Nomor Kategori Pangan	Nama Kategori Pangan	Batas maksimal (mg/kg) dihitung sebagai asam benzoat
02.3	Emulsi Lemak Tipe Emulsi Minyak dalam Air, termasuk Produk Campuran Emulsi Lemak dengan atau Berperisa	1000
02.4	Makanan Pencuci Mulut Berbasis Lemak Tidak Termasuk Makanan Pencuci Mulut Berbasis Susu Dari Kategori 01.7	1000
04.1.2.5.	Jem, Jeli dan Marmalad	200
04.1.2.6.	Produk Oles Berbasis Buah (Misalnya <i>Chutney</i> ) Tidak Termasuk Produk Pada Kategori 04.1.2.5	1000
04.1.2.8.	Bahan Baku Berbasis Buah, Meliputi Bubur Buah, Pure, <i>Topping</i> Buah dan Santan Kelapa	1000
04.1.2.9	Makanan Pencuci Mulut ( <i>Dessert</i> ) Berbasis Buah Termasuk Makanan Pencuci Mulut Berbasis Air Ber- <i>flavor</i> Buah	200
04.1.2.10.	Produk Buah Fermentasi	500
04.1.2.11	Produk Buah Untuk Isi Pastry	500

Tabel 6.8 Pembagian kewenangan pengawasan kepada Kementerian, LPNK, dan pemerintah daerah terhadap aspek pemenuhan persyaratan keamanan pangan, mutu pangan, dan gizi pangan

Pangan Segar	Pangan Olahan	Pangan Industri Rumah Tangga	Pangan Siap Saji
Menteri Pertanian/ Menteri Kelautan Perikanan/ Gubernur/ Bupati/ Walikota	Kepala BPOM dan Menteri Perindustrian Pengawasan oleh Menperind dalam rangka pembinaan dan terbatas pada penerapan SNI	Kepala BPOM dan/atau Bupati/ Walikota (baik sendiri atau Bersama-sama)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepala BPOM dan/atau Bupati/Walikota</li> <li>• Menteri Kesehatan (khusus di pelabuhan, bandara dan pos lintas batas)</li> </ul>

BPOM memiliki kewenangan untuk mengatur tentang batas maksimal cemaran terutama pada pangan olahan, yaitu Peraturan BPOM Nomor 8 Tahun 2018 tentang Batas Maksimal Cemaran Kimia pada Pangan Olahan. Peraturan tersebut mengatur cemaran kimia (mikotoksin, dioksin, 3-monokloropropan-1,2-diol (3-MCPD), dan polisiklik aromatik hidrokarbon (*polycyclicaromatic hydrocarbon/PAH*). Cemaran mikotoksin yang diatur meliputi aflatoksin; deoksinivalenol (DON); okratoksin A (OTA); fumonisin; dan patulin. Contoh batas maksimal cemaran tersebut dapat dilihat pada **Tabel 6.9**.

Tabel 6.9 Batas maksimal cemaran aflatoksin pada pangan olahan dalam Peraturan BPOM Nomor 8 Tahun 2018.

Jenis Pangan	Batas Maksimal ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ atau ppb)		
	$B_1$	$M_1$	Total ( $B_1+B_2+G_1+G_2$ )
• Produk olahan kacang tanah	15	-	20
• Rempah-rempah dalam bentuk utuh maupun bubuk	15	-	20
• Makanan Pendamping Air Susu Ibu (MP-ASI) berbasis sereal dan pangan untuk kebutuhan medis khusus untuk bayi dan anak	0,5	-	-
• Produk olahan jagung	15	-	20
• Produk olahan kacang-kacangan selain kacang tanah	-	-	15 (sebagai bahan baku) 10 (dalam bentuk produk siap konsumsi)
• Susu dan produk olahannya (yang termasuk kategori pangan 01.1–01.8)	-	0,5	-
• Formula bayi; formula lanjutan; formula pertumbuhan; formula untuk keperluan medis khusus; pangan untuk ibu hamil dan/atau ibu menyusui berbasis susu	-	0,03	-

Berdasarkan PP Nomor 88 Tahun 2019, cemaran kimia pada kelompok pangan segar asal tumbuhan menjadi kewenangan Menteri Pertanian untuk mengatur, yaitu Peraturan Menteri Pertanian Nomor 8 Tahun 2011 tentang

Pengawasan Keamanan Pangan Terhadap Pemasukan dan Pengeluaran Pangan Segar Asal Tumbuhan. Menurut peraturan Menteri Pertanian tersebut salah satu bahan kimia yang dilarang penggunaannya dalam perdagangan pangan segar asal tumbuhan adalah formalin. Di antara jenis mikotoksin yang diatur batas maksimalnya adalah aflatoksin (**Tabel 6.10**).

Tabel 6.10 Contoh batas maksimal cemaran aflatoksin pada kelompok kacang-kacangan dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 8 Tahun 2011

Jenis Pangan Segar	Jenis Mikotoksin	Batas Maksimal ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ atau ppb)
<i>Almond</i>	Aflatoksin total	15
<i>Hazel nuts</i>	Aflatoksin total	15
<i>Pistachios nuts</i>	Aflatoksin total	15
Kacang tanah	Aflatoksin total	15
Kedelai	-	-
<i>Macadamia nuts</i>	-	-

Untuk cemaran kimia pada hasil perikanan segar, kewenangan pengaturan lebih lanjut diamanahkan kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan atau lembaga di bawahnya. Sebagai contoh adalah Keputusan Kepala Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan Nomor 37 Tahun 2017 tentang Petunjuk Teknis Surveilans Kesegaran Ikan, Residu, Bahan Berbahaya, Racun Hayati Laut, dan Lingkungan Perairan. Dalam Keputusan Kepala Badan tersebut diatur standar mutu dan keamanan hasil perikanan yang menetapkan jenis cemaran kimia dan batas maksimalnya (**Tabel 6.11**).

Hal yang penting untuk dipertimbangkan dalam penetapan batas maksimal cemaran adalah konsekuensi yang dapat ditimbulkan dari peraturan tersebut. Sebagai contoh, mikotoksin merupakan profil cemaran mikotoksin pada pascapanen kacang tanah dan jagung di tingkat petani hingga pedagang pengumpul. Berdasarkan PerBPOM Nomor 8 tahun 2018, apabila tingkat cemaran mikotoksin pada hasil panen tersebut sebagian besar (lebih dari 80%) sudah lebih dari 20 ppb, maka sebagian besar hasil panen kacang tanah dan jagung dari petani dalam negeri sendiri berisiko tidak memenuhi aturan

BPOM ini. Implikasinya adalah industri pangan tidak dapat menggunakan hasil panen dalam negeri, karena melebihi batas maksimal cemaran mikotoksin. Hal ini dapat memaksa memunculkan kebutuhan untuk impor bahan baku berupa kacang tanah ataupun jagung dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan industri pangan dan dibutuhkan konsumen. Apabila batas maksimal cemaran mikotoksin ini dilonggarkan atau lebih rendah dibandingkan dengan peraturan yang berlaku secara internasional, maka Indonesia akan menjadi tujuan ekspor kacang tanah dan jagung dari negara lain yang batas cemaran mikotoksinnya relatif tinggi.

Tabel 6.11 Contoh cuplikan Standar Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan dalam Keputusan Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan Nomor 37 Tahun 2017

Jenis Cemaran Kimia	Satuan	Batas Maksimal
Histamin	mg/kg	100, atau sesuai negara tujuan ekspor
Ciguatoksin	mikrogram/kg	0,1
Sulfit	mg/kg	150 (Mentah/segar) 50 (Dimasak)
Merkuri (Hg)	mg/kg	1
Cadmium (Cd)	mg/kg	1
Timbal (Pb)	mg/kg	0,3 (daging ikan) 1,5 ( <i>bivalve molluscs</i> )
Arsenik (As)	mg/kg	0,1
Dioksin	pikogram/gram berat basah	4,0
<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH)</i> ( <i>Benzopyrene</i> )	mikrogram/kg berat basah	5,0

### 6.2.3 Pangan Produk Rekayasa Genetik

Perkembangan teknologi khususnya rekayasa genetik telah banyak dimanfaatkan khususnya sebagai pangan produk rekayasa genetik. Pemanfaatan teknologi ini menuai isu pro dan kontra di kalangan masyarakat. Pemerintah di dunia termasuk Indonesia melakukan penanganan PRG

melalui pendekatan kehati-hatian. Berbagai perangkat perlu disiapkan antara lain regulasi (pengkajian keamanan pangan dan pelabelan), pengawasan, dukungan pengujian dan komunikasi risiko.

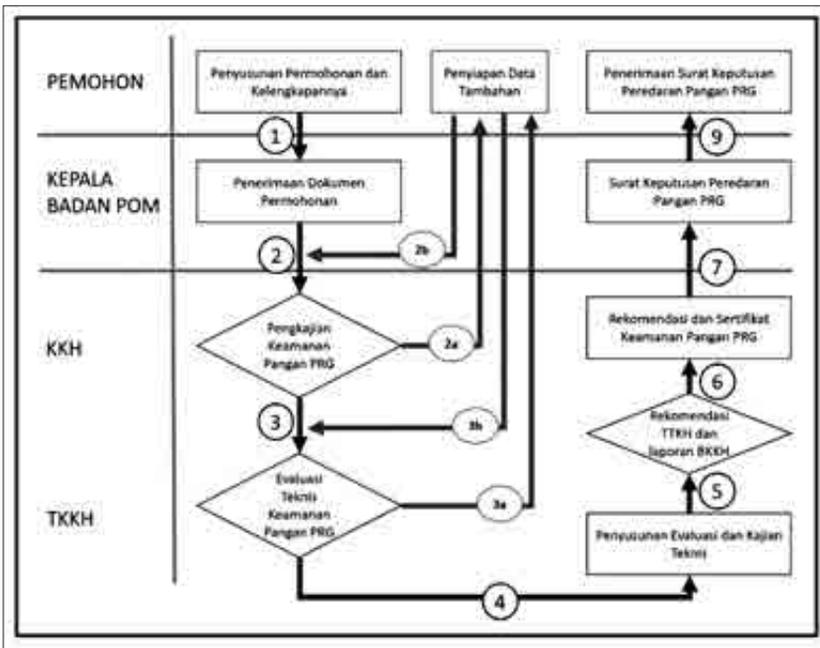
UU Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan menekankan bahwa setiap orang dilarang memproduksi pangan yang dihasilkan dari rekayasa genetik pangan yang belum mendapatkan persetujuan keamanan pangan sebelum diedarkan. Hal ini sejalan dengan UU Nomor 21 Tahun 2004 tentang Pengesahan *Cartagena Protocol on Biosafety to The Convention on Biological Diversity*, di mana Indonesia tidak menolak PRG, namun menerima dengan pendekatan kehati-hatian. Petunjuk pelaksanaan penanganan pangan PRG diatur lebih lanjut dalam PP Nomor 21 Tahun 2005 tentang Keamanan Hayati Produk Rekayasa Genetik dan PP Nomor 86 Tahun 2019. Dalam PP ini diatur tentang prosedur pengkajian keamanan pangan, keamanan pakan serta keamanan lingkungan. Selain itu juga ditetapkan komisi yang menangani PRG yaitu Komisi Keamanan Hayati PRG (KKH PRG) yang memberikan rekomendasi kepada BPOM, menteri pertanian dan menteri lingkungan hidup terkait keamanan pangan, pakan dan lingkungan. Berdasarkan rekomendasi dari KKH PRG, Kepala BPOM, Menteri Pertanian dan Menteri Lingkungan Hidup menerbitkan sertifikat keamanan pangan, pangan atau lingkungan. Khusus terkait pengkajian keamanan pangan, diatur lebih lanjut dalam Peraturan BPOM RI Nomor 6 Tahun 2018 tentang Pengawasan Pangan Produk Rekayasa Genetik, dan merupakan protokol acuan dalam pelaksanaan pengkajian keamanan pangan PRG.

Kelembagaan KKH PRG ditetapkan melalui Peraturan Presiden Nomor 53 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Presiden Nomor 39 Tahun 2010. Dalam melaksanakan tugasnya, KKH PRG dibantu oleh Tim Teknis Keamanan Hayati Bidang Keamanan Pangan, Pakan dan Lingkungan.

Sesuai PP 86 Tahun 2019 dan Peraturan Badan POM RI Nomor 6 Tahun 2019 tentang pengawasan pangan PRG, pengkajian keamanan pangan PRG meliputi aspek: (1) Informasi Genetik mencakup: deskripsi umum pangan PRG, deskripsi inang dan penggunaannya sebagai pangan, deskripsi organisme donor, deskripsi modifikasi genetik, karakterisasi modifikasi genetik; dan (2) Informasi Keamanan Pangan mencakup kesepadanan substansial, perubahan

nilai gizi, alergenitas, toksisitas, dan pertimbangan lain-lain (di antaranya potensi akumulasi zat yang signifikan terhadap kesehatan manusia dan gen penanda ketahanan terhadap antibiotik).

Tata cara pengkajian keamanan pangan produk rekayasa genetik juga telah diatur dengan jelas dalam PP No. 21 Tahun dan PP 86 Tahun 2019 serta dijabarkan dalam PerBPOM Nomor 6 Tahun 2018. Tata cara pengkajian tersebut secara ringkas dapat dilihat pada **Gambar 6.1**.



Gambar 6.1 Alur pengkajian pangan PRG

Mempertimbangkan adanya isu prokontra tentang PRG, maka dalam PP Nomor 69 Tahun 1999 tentang Label dan Iklan Pangan, diatur bahwa pangan PRG atau pangan olahan yang mengandung bahan pangan PRG wajib diberi label PRG (dengan *threshold level*) sebagai informasi pilihan bagi konsumen. Dalam Peraturan BPOM Nomor 6 Tahun 2019 diatur nilai *threshold level* minimal 5% (berdasarkan kandungan DNA/protein PRG) pelabelan serta adanya pengecualian kewajiban pelabelan bagi produk tertentu yang telah mengalami pemurnian lebih lanjut (*highly refined food*).

## 6.2.4 Kategori Pangan

Dalam kegiatan usaha perdagangan dan industri pangan tentu berurusan dengan puluhan ribu jenis produk pangan dan jumlah ini selalu bertambah dari tahun ke tahun. Bagi konsumen semakin banyak jenis dan ragam produk pangan yang tersedia di perdagangan di satu sisi akan memberikan keleluasaan untuk memilih produk yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginannya. Namun hal ini juga berpotensi memunculkan keraguan atau kebingungan konsumen karena semakin sulit membedakan produk pangan yang baru antara jenis yang satu dengan yang lain, atau produk yang sama tetapi berasal dari merek yang berbeda-beda. Sebagai contoh misalnya terdapat produk minuman dengan label sari buah segar, sari buah dari konsentrat buah, atau minuman bercitarasa buah. Oleh karena itu, diperlukan adanya aturan yang dapat digunakan untuk memudahkan bagi produsen, konsumen, dan pihak yang berwenang melakukan pengawasan, dalam hal menentukan identitas dan jenis pangan yang diperdagangkan. Untuk itu telah diterbitkan peraturan BPOM nomor 34 Tahun 2019 tentang Kategori Pangan yang dibagi ke dalam 16 kelompok (**Tabel 6.12**).

Tabel 6.12 Rincian Kategori Pangan dalam Peraturan Kepala BPOM Nomor 34 Tahun 2019

Kategori Pangan	Deskripsi
01.0	Produk-produk susu dan analognya, kecuali yang termasuk Kategori Pangan 02.0
02.0	Lemak, minyak, dan emulsi minyak
03.0	Es untuk dimakan ( <i>edible ice</i> , termasuk <i>sherbet</i> dan <i>sorbet</i> )
04.0	Buah dan sayur (termasuk jamur, umbi, kacang termasuk kacang kedelai, dan lidah buaya), rumput laut, biji-bijian;
05.0	Kembang gula/permen dan cokelat
06.0	Sereal dan produk sereal yang merupakan produk turunan dari biji sereal, akar dan umbi, kacang dan <i>empulur</i> (bagian dalam 5 batang tanaman), tidak termasuk produk bakeri dari Kategori Pangan 07.0 dan tidak termasuk kacang dari Kategori Pangan 04.2.1 dan kategori Pangan 04.2.2;
07.0	Produk bakeri
08.0	Daging dan produk daging, termasuk daging unggas dan daging hewan buruan
09.0	Ikan dan produk perikanan termasuk moluska, krustase, ekinodermata, serta amfibi dan reptil

Tabel 6.12 Rincian Kategori Pangan dalam Peraturan Kepala BPOM Nomor 34 Tahun 2019 (lanjutan)

Kategori Pangan	Deskripsi
10.0	Telur dan produk-produk telur
11.0	Pemanis, termasuk madu
12.0	Garam, rempah, sup, saus, salad, produk protein
13.0	Produk pangan untuk keperluan gizi khusus
14.0	Minuman, tidak termasuk produk susu
15.0	Makanan ringan siap santap
16.0	Pangan campuran (komposit), yaitu Pangan yang tidak termasuk dalam Kategori Pangan 01.0 sampai dengan Kategori Pangan 15.0.

Kategori Pangan adalah pengelompokan pangan berdasarkan jenis pangan yang bersangkutan. Pangan yang dibuat di dalam negeri atau yang diimpor untuk diperdagangkan dalam kemasan eceran, wajib memenuhi ketentuan mengenai Kategori Pangan (PerBPOM Nomor 34 Tahun 2019). Kategori Pangan ini wajib digunakan dalam penyusunan ketentuan mengenai standar dan persyaratan keamanan, mutu, dan gizi pangan yang mencakup antara lain jenis dan batas maksimal penggunaan Bahan Tambahan Pangan, dan batas cemaran. Jika dijumpai terdapat suatu jenis pangan yang tidak tercantum dalam peraturan Kategori Pangan, maka penetapannya dilakukan berdasarkan persetujuan tertulis dari Kepala BPOM.

## 6.2.5 Label Pangan Olahan

Sebelum konsumen memutuskan untuk membeli suatu produk pangan olahan untuk digunakan ataupun dikonsumsi perlu mengetahui informasi yang tercantum pada label kemasannya. Beragam pertanyaan yang mungkin muncul dalam benak konsumen yang jawabannya ingin ditemukan terdapat pada label, misalnya siapa produsennya, kapan batas kedaluwarsa, berapa isi bersih (*netto*), bahan apa yang digunakan, bagaimana cara penggunaan dan penyimpanannya. Penulisan label pada produk pangan olahan diatur dalam Peraturan BPOM Nomor 31 Tahun 2018.

Pemberian label pada kemasan berfungsi sebagai sarana komunikasi produsen kepada konsumen tentang hal yang perlu diketahui oleh konsumen tentang produk tersebut, terutama yang kasat mata atau tak diketahui secara

fisik. Selain itu label juga dapat berfungsi sebagai sarana promosi dari produsen, memberikan kejelasan yang memunculkan kepercayaan konsumen, dan memberi petunjuk yang tepat agar produk dapat berfungsi secara optimum ketika digunakan atau dikonsumsi.

Label pada pangan olahan adalah setiap keterangan mengenai pangan olahan yang berbentuk gambar, tulisan, kombinasi keduanya, atau bentuk lain yang disertakan pada pangan olahan, dimasukkan ke dalam, ditempelkan pada, atau merupakan bagian kemasan pangan. Penempatan label pada kemasan wajib dicantumkan pada bagian yang mudah dilihat dan dibaca, tidak mudah lepas dari kemasan, tidak mudah luntur dan/atau rusak.

Setiap label pada pangan olahan yang diperdagangkan wajib memuat keterangan yang benar dan tidak menyesatkan. Berdasarkan Peraturan BPOM Nomor 31 Tahun 2018, label harus memuat keterangan paling sedikit mengenai nama produk, daftar bahan yang digunakan, berat bersih atau isi bersih, nama dan alamat pihak yang memproduksi mengimpor, halal bagi yang dipersyaratkan, tanggal dan kode produksi, keterangan kedaluwarsa, nomor izin edar dan asal usul bahan pangan tertentu. Keterangan pada label harus ditulis dan dicetak dalam bahasa Indonesia, namun dapat juga dicantumkan dalam bahasa asing dan/atau bahasa daerah sepanjang keterangan tersebut telah terlebih dahulu dicantumkan dalam bahasa Indonesia.

Pencantuman daftar bahan yang digunakan harus didahului dengan tulisan: “daftar bahan”, “bahan yang digunakan”, “bahan-bahan” atau “komposisi”. Nama bahan yang dicantumkan dalam daftar bahan yang digunakan merupakan nama lazim yang lengkap dan tidak berupa singkatan dan disusun secara berurutan dimulai dari bahan yang digunakan paling banyak. Gambar buah, daging, ikan atau bahan pangan lainnya hanya boleh dicantumkan apabila pangan olahan mengandung bahan baku tersebut, bukan berasal dari BTP.

Berat bersih atau isi bersih merupakan informasi mengenai jumlah pangan olahan yang terdapat di dalam kemasan atau wadah dicantumkan dalam satuan metrik. Pencantuman satuan metrik untuk pangan olahan berwujud padat dinyatakan dengan berat bersih dan dengan satuan miligram (mg), gram (g), kilogram (kg). Untuk pangan polahan berwujud cair dinyatakan dengan isi

bersih dan dengan satuan mililiter (ml atau mL), liter (l atau L), sedangkan untuk pangan olahan berwujud semi padat atau kental dapat dinyatakan dengan berat bersih atau isi bersih.

Keterangan kedaluwarsa merupakan batas akhir suatu pangan dijamin mutunya, sepanjang penyimpanannya mengikuti petunjuk yang diberikan produsen. Dalam hal pangan olahan memiliki masa simpan kurang dari atau sama dengan tiga bulan, keterangan kedaluwarsa dinyatakan dalam tanggal, bulan, dan tahun. Dalam hal pangan olahan memiliki masa simpan lebih dari tiga bulan, keterangan kedaluwarsa yang dicantumkan dapat meliputi tanggal, bulan dan tahun; atau bulan dan tahun. Keterangan kedaluwarsa didahului tulisan “Baik digunakan sebelum”. Dikecualikan dari ketentuan pencantuman keterangan kedaluwarsa adalah minuman yang mengandung alkohol paling sedikit 7%, roti dan kue yang mempunyai masa simpan kurang dari atau sama dengan 24 jam, dan cuka.

Keterangan tentang cara penggunaan mencakup informasi tentang cara penyiapan dan saran penyajian. Pangan olahan yang memerlukan penyiapan sebelum disajikan atau digunakan harus mencantumkan cara penyiapan seperti dilarutkan dengan air, direbus atau digoreng. Dalam hal pangan olahan mencantumkan saran penyajian, maka wajib mencantumkan tulisan “saran penyajian” yang berdekatan dengan gambar tersebut, dan dapat disertakan gambar bahan pangan lainnya.

Keterangan tentang cara penyimpanan wajib dicantumkan pada label pangan olahan dengan masa simpan yang dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan, dan harus disimpan pada kondisi penyimpanan khusus. Pangan olahan yang tidak lazim dikonsumsi untuk satu kali makan atau dimaksudkan untuk lebih dari satu saji, maka wajib mencantumkan keterangan tentang cara penyimpanan setelah kemasan dibuka. Cara penyimpanan harus dicantumkan, berdekatan dengan keterangan kedaluwarsa.

Selain informasi tersebut, juga terdapat beberapa informasi tambahan lainnya seperti informasi alergen (jika mengandung alergen), peringatan (jika diperlukan) dan 2D *barcode* untuk identifikasi keaslian izin edar.

## 6.2.6 Informasi Nilai Gizi

Bagi konsumen yang ingin mengetahui seberapa banyak zat gizi yang terdapat dalam setiap sajian atau takaran saji maka produsen pangan olahan yang dikemas dikenai kewajiban untuk mencantumkan informasi nilai gizi (ING) seperti yang diatur dalam PerBPOM Nomor 22 Tahun 2019 tentang Informasi Nilai Gizi pada Label Pangan Olahan. Hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah mengomunikasikan kepada konsumen seberapa banyak proporsi zat gizi yang terdapat dalam satu takaran saji, bukan dalam satu kemasan. Misalnya mi instan satu kemasan seberat 20 g dinyatakan sebagai satu takaran saji. Minuman susu UHT berukuran 1000 mL dituliskan untuk empat takaran saji, tiap sajian sebanyak 250 mL.

Penerapan pencantuman ING dikecualikan untuk kopi bubuk, teh bubuk/serbuk, teh celup, air minum dalam kemasan, herba, rempah-rempah, bumbu, dan kondimen. Produk tersebut tetap dapat mencantumkan ING pada label, sepanjang memenuhi ketentuan. Penerapan pencantuman ING pada pangan olahan yang diproduksi oleh produsen skala usaha mikro dan kecil mulai tahun 2020 akan diberlakukan secara bertahap, dengan mengacu pada nilai kandungan gizi pangan olahan yang akan ditetapkan melalui Pedoman Pencantuman Informasi Nilai Gizi untuk Pangan Olahan yang Diproduksi Oleh Usaha Mikro dan Kecil.

Pendaftaran baru pangan olahan yang diimpor maupun yang diproduksi oleh produsen skala usaha menengah dan besar wajib mencantumkan ING yang dibuktikan dengan hasil analisis zat gizi dari laboratorium pemerintah dan/atau laboratorium lain yang telah terakreditasi. Minimal jenis zat gizi yang harus dicantumkan pada Tabel ING yaitu energi total, lemak total, lemak jenuh, protein, karbohidrat total, gula, dan garam (natrium).

Informasi nilai gizi dicantumkan dalam bentuk tabel, dan dinyatakan persajian. Namun untuk pangan olahan antara yang memerlukan pengolahan lebih lanjut dan tidak lazim dikonsumsi langsung, ING dinyatakan per 100 g atau per 100 mL. Untuk pangan olahan keperluan gizi khusus (terdiri atas pangan diet khusus dan pangan olahan keperluan medis khusus) seperti formula bayi, MP-ASI, pangan untuk penyakit tertentu, ING dinyatakan ada yang per 100 kkal, atau kombinasi dengan per 100 mL/100 g. Tabel ING

secara umum berisi informasi: takaran saji; jumlah sajian per kemasan; jenis dan jumlah kandungan zat Gizi; jenis dan jumlah kandungan zat non Gizi; persentase AKG; dan catatan kaki. Jenis Zat Gizi yang harus dicantumkan terdiri atas: energi total; lemak total; lemak jenuh; protein; karbohidrat total; gula; dan garam (natrium). Persentase AKG dihitung berdasarkan Acuan Label Gizi (ALG) sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. ALG adalah acuan untuk pencantuman keterangan tentang kandungan gizi pada label produk pangan. Secara rinci ALG diatur dalam peraturan BPOM Nomor 9 Tahun 2016. Cuplikan isi peraturan BPOM nomor 22 Tahun 2019 tentang Informasi Nilai Gizi pada label Pangan Olahan disajikan berikut ini.

### *Takaran Saji*

Takaran saji telah ditetapkan untuk beberapa pangan olahan, namun belum tersedia untuk semua jenis pangan. Untuk menentukan takaran saji berdasarkan peraturan tersebut menggunakan kaidah sebagai berikut: (1) Kurang dari 10 g atau 10 mL, dibulatkan ke kelipatan 0,1 g atau 0,1 mL terdekat (1 desimal). Contoh : 7,68 g dibulatkan menjadi 7,7 g; (2) Lebih dari 10 g atau 10 mL, dibulatkan ke kelipatan 1 g atau 1 mL terdekat (tanpa desimal). Contoh : 25,3 mL dibulatkan menjadi 25 mL, atau 32,5 g dibulatkan menjadi 33 g.

Ketentuan tentang pembulatan ukuran jumlah sajian per kemasan adalah sebagai berikut:

1. Isi bersih suatu produk sebesar 100 mL dengan takaran saji 30 mL, perhitungan jumlah sajian per kemasan produk adalah 3,33. Pencantuman jumlah sajian per kemasan produk tersebut adalah: **"3 sajian per kemasan"**;
2. Isi bersih suatu produk sebesar 150 g dengan takaran saji 60 g, perhitungan jumlah sajian per kemasan produk adalah 2,5. Pencantuman jumlah sajian per kemasan produk tersebut adalah: **"3 sajian per kemasan"**;
3. Isi bersih suatu produk sebesar 700 mL dengan takaran saji 125 mL, perhitungan jumlah sajian per kemasan produk adalah 5,6. Pencantuman jumlah sajian per kemasan produk tersebut adalah: **"6 sajian per kemasan"**

### *Energi Total*

Energi total merupakan jumlah energi yang berasal dari lemak total, protein, dan karbohidrat. Kandungan energi total dicantumkan dalam satuan kilokalori (kcal) per sajian dengan tulisan tebal (*bold*) dengan pengaturan sebagai berikut:

1. Kurang dari 5 kcal per sajian, dinyatakan sebagai 0 kcal.

Contoh : Kandungan energi total sebesar 4 kcal per sajian, maka pencantuman nilai energi total: "**Energi total 0 kcal**"

2. Jika 5 kcal sampai 50 kcal per sajian, dibulatkan ke kelipatan 5 kcal terdekat.

Contoh : Kandungan energi total sebesar 22 kcal per sajian, maka pencantuman nilai energi total: "**Energi total 20 kcal**"

3. Jika lebih dari 50 kcal per sajian, dibulatkan ke kelipatan 10 kcal terdekat.

Contoh : Kandungan energi total sebesar 266 kcal per sajian, pencantuman nilai energi total: "**Energi total 270 kcal**".

### *Lemak Total*

Lemak total menggambarkan kandungan semua asam lemak dalam pangan dan dinyatakan sebagai trigliserida. Kandungan lemak total dicantumkan dalam gram per sajian dan dalam persentase AKG lemak total, dengan tulisan tebal (*bold*).

1. Jika kurang dari 0,5 g per sajian, dinyatakan sebagai 0 g.

Contoh : Kandungan lemak total sebesar 0,4 g per sajian, maka pencantuman nilai lemak total: "**Lemak total 0 g**"

2. Jika 0,5 sampai 5 g per sajian, dibulatkan ke kelipatan 0,5 g terdekat.

Contoh : Kandungan lemak total sebesar 4,2 g per sajian, maka pencantuman nilai lemak total: "**Lemak total 4,0 g**"

3. Jika lebih dari 5 g per sajian, dibulatkan ke kelipatan 1 g terdekat.

Contoh : Kandungan lemak total sebesar 11,7 g per sajian, maka pencantuman nilai lemak total: **"Lemak total 12 g"**

Pembulatan nilai persentase AKG lemak total dituliskan dengan pengaturan sebagai berikut:

1. Jika kandungan lemak total yang dicantumkan 0 g per sajian, maka nilai persentase AKG lemak total yang dicantumkan adalah 0%.
2. Lebih dari 0% per sajian, maka dibulatkan ke kelipatan 1% terdekat.

Contoh : Nilai persentase AKG lemak total sebesar 4,5% per sajian, maka persentase yang dicantumkan adalah 5%.

## 6.2.7 Klaim pada Label Pangan Olahan yang Dikemas

Jumlah produk pangan olahan yang dikemas yang semakin banyak dan beragam dari tahun ke tahun menunjukkan bahwa produsen pangan semakin kreatif dalam mendiversifikasi produknya. Konsumen juga menyambut baik kehadiran produk-produk pangan kemasan yang baru yang sesuai dengan kebutuhan dan harapan mereka. Untuk kepentingan menarik perhatian dan pilihan konsumen maka produsen mengomunikasikan karakteristik produknya melalui tulisan atau gambar pada label kemasan. Dalam praktiknya dapat ditemukan adanya beberapa klaim pada label pangan kemasan yang memberikan pemahaman yang keliru kepada konsumen atau kebenarannya tidak dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Misalnya ada produk keripik tempe yang pada labelnya dituliskan 'tidak mengandung kolesterol'. Tempe terbuat dari kedelai dan digoreng dengan minyak nabati maka secara alami memang tidak mengandung kolesterol. Apakah klaim seperti ini diperbolehkan atau tidak? Untuk menertibkan penulisan klaim pada label pangan kemasan maka dibuat PerBPOM Nomor 13 Tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim Pada Label dan Iklan Pangan Olahan.

Klaim adalah segala bentuk uraian yang menyatakan, menyarankan atau secara tidak langsung menyatakan perihal karakteristik tertentu suatu pangan yang berkenaan dengan asal usul, kandungan gizi, sifat, produksi, pengolahan, komposisi atau faktor mutu lainnya. Menurut peraturan tersebut klaim dapat dikelompokkan menjadi beberapa yaitu:

1. Klaim Gizi adalah segala bentuk uraian yang menyatakan, menunjukkan atau menyiratkan bahwa pangan memiliki karakteristik gizi tertentu termasuk nilai energi dan kandungan protein, lemak dan karbohidrat, serta kandungan vitamin dan mineral.
2. Klaim Kesehatan adalah segala bentuk uraian yang menyatakan, menyarankan, atau menyiratkan bahwa terdapat hubungan antara pangan atau bahan penyusun pangan dengan kesehatan.
3. Klaim Kandungan Zat Gizi adalah klaim yang menggambarkan kandungan zat gizi dalam pangan.
4. Klaim Perbandingan Zat Gizi adalah klaim yang membandingkan kandungan zat gizi dan/atau kandungan energi antara dua atau lebih pangan.
5. Klaim Fungsi Zat Gizi adalah klaim yang menggambarkan peran fisiologis zat gizi untuk pertumbuhan, perkembangan dan fungsi normal tubuh.
6. Klaim Fungsi Lain adalah klaim yang berkaitan dengan efek khusus yang menguntungkan dari pangan atau komponen pangan dalam diet total terhadap fungsi atau aktivitas biologis normal dalam tubuh, klaim tersebut berkaitan dengan efek positif untuk memperbaiki fungsi tubuh atau memelihara kesehatan.
7. Klaim Penurunan Risiko Penyakit adalah klaim yang menghubungkan konsumsi pangan atau komponen pangan dalam diet total dengan penurunan risiko terjadinya suatu penyakit atau kondisi kesehatan tertentu.

Untuk penggunaan klaim kandungan suatu zat gizi itu digunakan istilah “Rendah” atau “Bebas”, misalnya rendah kalori, rendah gula, atau bebas lemak, bebas kolesterol yang perlu mengacu pada kriteria yang sudah ditetapkan dalam peraturan tersebut seperti tercantum pada **Tabel 6.13**.

Tabel 6.13 Peraturan klaim “Rendah” atau “Bebas” pada label produk pangan kemasan (Peraturan Kepala BPOM Nomor 13 Tahun 2016)

Komponen	Klaim	Bentuk Pangan	Persyaratan
Energi	Rendah	Padat	$\leq 40$ kkal (170 kJ) per 100 g
		Cair	$\leq 20$ kkal (80 kJ) per 100 mL
	Bebas	Padat	$\leq 8$ kkal per 100 g
		Cair	$\leq 4$ kkal per 100 mL
Lemak	Rendah	Padat	$\leq 3$ g per 100 g
		Cair	$\leq 1,5$ g per 100 mL
	Bebas	Padat	$\leq 0,5$ g per 100 g
		Cair	$\leq 0,5$ g per 100 mL
Lemak Jenuh	Rendah	Padat	$\leq 1,5$ g per 100 g
		Cair	$\leq 0,75$ g per 100 mL
	Bebas	Padat	$\leq 0,1$ g per 100 g
		Cair	$\leq 0,1$ g per 100 mL
Kolesterol	Rendah	Padat	$\leq 0,02$ g per 100 g
		Cair	$\leq 0,01$ g per 100 mL
	Bebas	Padat	$\leq 0,005$ g per 100 g
		Cair	$\leq 0,005$ g per 100 mL
Gula	Rendah	Padat	$\leq 5$ g per 100 g
		Cair	$\leq 2,5$ g per 100 mL
	Bebas	Padat	$\leq 0,5$ g per 100 g
		Cair	$\leq 0,5$ g per 100 mL

## 6.2.8 Label dan Sertifikasi Halal Produk Pangan

Bagi konsumen yang beragama Islam memilih dan mengonsumsi pangan halal merupakan suatu kewajiban dan bernilai ibadah. Bagi konsumen non-muslim tersedianya produk pangan halal juga berpotensi untuk menjadi pilihannya secara sukarela, karena pertimbangan kesehatan atau mutu produknya. Oleh karena itu, informasi status kehalalan produk pangan menjadi sangat penting bagi konsumen muslim. Untuk pangan olahan, status kehalalan pangan dapat diberikan dalam bentuk keterangan halal pada kemasan pangan.

Undang-undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan mengamanahkan bahwa keterangan halal dalam bentuk label halal pada kemasan pangan bersifat wajib. Ketentuan ini diperkuat lagi dengan adanya Undang-undang Nomor 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal. Label halal pada kemasan dapat dicantumkan pada kemasan pangan setelah dilakukan proses pemeriksaan kehalalan produk oleh lembaga yang diberikan kewenangan. Salah satu lembaga pemeriksa halal (LPH) yang melakukan pemeriksaan kehalalan adalah Lembaga Pengawasan Pangan, Obat-obatan dan Kosmetika (LPPOM) yang merupakan lembaga sertifikasi halal di bawah Majelis Ulama Indonesia (MUI). Di samping di pusat, LPPOM juga berada di daerah-daerah di bawah MUI Provinsi. Berdasarkan UU Nomor 33 Tahun 2014, lembaga sertifikasi halal dapat dilakukan oleh lembaga lain yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Hasil proses pemeriksaan kehalalan oleh lembaga sertifikasi ini diterbitkan dalam bentuk sertifikat halal yang dikeluarkan oleh MUI Pusat/Daerah.

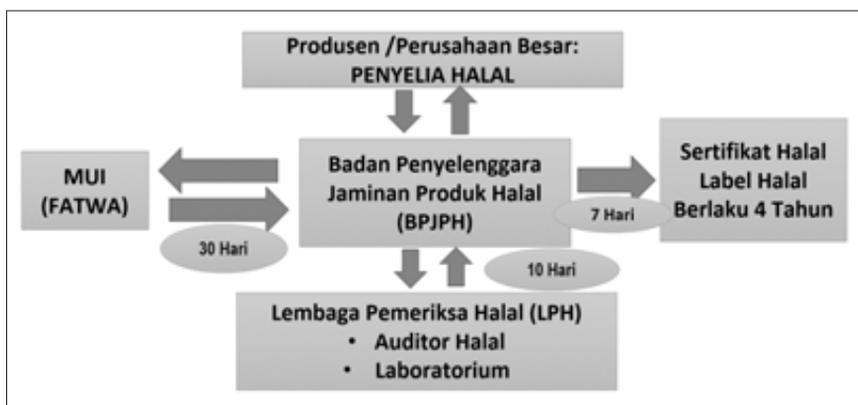
Proses sertifikasi halal yang dilakukan oleh LPPOM MUI dilakukan melalui layanan sertifikasi *online* (CEROL, <http://https://e-lppommui.org/new/>). Di antara persyaratan penting yang harus dipenuhi oleh pelaku usaha untuk memperoleh sertifikat halal adalah dengan menerapkan Sistem Jaminan Halal (SJH) yang merupakan sistem untuk menjamin proses produksi halal oleh pelaku usaha berlangsung secara konsisten. SJH yang berlaku saat ini adalah *Halal Assurance System* (HAS) 23000. HAS 23000 mencakup 11 kriteria yang harus dipenuhi oleh pelaku usaha untuk menjamin produksi pangan halal sebagai berikut:

1. *Kebijakan halal*. Komitmen pimpinan dan seluruh personil di perusahaan untuk memproduksi pangan halal secara konsisten.
2. *Tim manajemen halal*. Organisasi yang dibentuk oleh pimpinan perusahaan untuk merencanakan, mengembangkan, menerapkan dan memonitor SJH di perusahaan. Tim manajemen halal melibatkan personil dari divisi yang menangani aktivitas kritis, seperti divisi produksi, QA/QC, pembelian, pengembangan produk, produksi, penyimpanan, penggudangan, transportasi dan distribusi.

3. *Pendidikan dan pelatihan.* Personil perusahaan yang menangani aktivitas kritis harus mengikuti pelatihan yang diselenggarakan secara eksternal dan internal untuk menjamin seluruh personil memahami sistem produksi halal yang harus dipersyaratkan.
4. *Bahan.* Semua bahan yang digunakan dalam proses produksi harus didaftarkan, termasuk bahan penolong dan bahan lain yang kontak langsung dengan produk selama proses produksi. Bahan-bahan harus dilengkapi dengan dokumen pendukung yang menjamin status kehalalannya (seperti sertifikat halal yang dikeluarkan oleh lembaga pemeriksa halal yang diakui, spesifikasi produk, dan bagar alir proses dan dokumen lainnya).
5. *Produk.* Sertifikat halal yang diberikan mencakup lingkup produk yang didaftarkan untuk disertifikasi.
6. *Fasilitas produksi.* Mencakup seluruh fasilitas produksi yang digunakan untuk proses produksi produk yang didaftarkan. Fasilitas produksi yang digunakan harus bebas dari najis.
7. *Prosedur aktivitas kritis.* Perusahaan memiliki dan menerapkan prosedur baku yang dapat menjamin proses produksi halal dilaksanakan secara konsisten, yaitu prosedur seleksi bahan baru, pembelian, formulasi dan pengembangan produk, pengecekan bahan datang, produksi, pembersihan fasilitas produksi dan peralatan, penanganan bahan dan produk di gudang, transportasi)
8. *Ketertelusuran.* Perusahaan harus memiliki dan menerapkan prosedur untuk dapat menelusuri produk hingga ke bahan baku dan lini proses produksi yang digunakan.
9. *Penanganan produk yang tidak memenuhi kriteria.* Perusahaan harus memiliki prosedur untuk menangani produk yang tidak memenuhi kriteria halal, termasuk prosedur penarikan produk (*recalling*) apabila terjadi penyimpanan dari aspek kehalalan.
10. *Internal audit.* Perusahaan harus melakukan audit internal minimal dua kali setahun untuk memastikan sistem produksi halal diterapkan sesuai persyaratan dan prosedur yang ditetapkan.

11. *Kaji ulang manajemen*. Pimpinan perusahaan harus melakukan kaji ulang terhadap implementasi SJH, termasuk menindaklanjuti hasil temuan audit internal.

Namun demikian dengan terbitnya PP Nomor 31 Tahun 2019 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang nomor 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal dan Peraturan Menteri Agama Nomor 26 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Jaminan Produk Halal, semua pangan wajib disertifikasi halal sejak Oktober 2019, dengan masa penyesuaian selama lima tahun (2024). Penyelenggaraan jaminan produk halal, sudah mulai diimplementasikan dan menjadi kewenangan Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH) dalam menerbitkan sertifikasi halal (setelah memperoleh fatwa dari MUI), termasuk akreditasi LPH dan registrasi auditor halal. Prosedur sertifikasi halal saat ini, seperti pada **Gambar 6.2**.



Gambar 6.2 Prosedur sertifikasi halal

## 6.2.9 Regulasi Berupa Standar

Salah satu bentuk regulasi di bidang pangan selain berupa sejumlah peraturan tetapi ada juga yang berupa standar. Arti dari sebuah standar adalah merupakan konsensus di tingkat nasional (maupun global) yang mendeskripsikan sejumlah persyaratan atau kriteria minimum secara kualitatif maupun kuantitatif dari suatu produk, metode, proses, ataupun sistem yang pada hakekatnya bersifat sukarela (*voluntary*). Manfaat dari ketersediaan

suatu standar adalah memberikan acuan yang sama (*fair*) dan transparan bagi semua pihak baik produsen, konsumen, maupun pengawas ketika terlibat dalam kegiatan perdagangan atau komersial. Dengan adanya standar juga dapat untuk mendorong meningkatkan kinerja dari suatu proses untuk menghasilkan produk yang bukan hanya memenuhi persyaratan, namun juga dihasilkan secara efisien.

Penyusunan standar (SNI) dilakukan oleh Komite Teknis yang tersebar di Kementerian/Lembaga yang dikoordinasikan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN). Setelah melalui tahapan pembahasan teknis (di Kementerian/Lembaga), selanjutnya jajak pendapat dan pemungutan suara sampai penetapan dilakukan oleh BSN. BSN dibentuk melalui Keputusan Presiden Nomor 103 Tahun 2001 yang memiliki kewenangan antara lain menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah diperbaharui dengan UU Nomor 20 Tahun 2014 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian. SNI adalah dokumen yang disusun secara konsensus oleh komite teknis yang ditetapkan oleh BSN. Komite Teknis diwakili empat unsur pemangku kepentingan yaitu regulator, industri, konsumen dan pakar. SNI berisi persyaratan teknis, aturan, pedoman, atau sifat untuk suatu produk atau proses dan metode produksi dari suatu objek pengukuran/penilaian, untuk dipakai umum, digunakan berulang-ulang. SNI dapat ditinjau ulang setiap periode tertentu. Dengan ditetapkannya SNI maka diharapkan dapat meningkatkan perlindungan kepada konsumen, pelaku usaha, tenaga kerja, dan masyarakat lainnya baik untuk keselamatan, keamanan, kesehatan, maupun pelestarian fungsi lingkungan hidup. Selain itu juga dapat membantu kelancaran dalam perdagangan, dan menciptakan persaingan usaha yang sehat dalam perdagangan.

Standar yang ditetapkan oleh BSN dapat berupa standar barang atau jasa, standar proses, atau standar metode analisis ataupun pengujian. Untuk penerapan standar di industri, perdagangan, maupun di masyarakat maka dapat ditempuh melalui jalur sertifikasi yang dilayani oleh lembaga sertifikasi yang sudah mendapatkan akreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN). Lembaga sertifikasi atau juga disebut sebagai Lembaga Penilai Kesesuaian (LPK) harus lebih dahulu mendapatkan akreditasi oleh KAN dalam lingkup

kompetensi tertentu sebelum diizinkan melayani sertifikasi untuk merespon kebutuhan masyarakat industri maupun perdagangan dalam lingkup bidang tertentu yang sesuai.

Sampai dengan akhir tahun 2016, BSN telah menetapkan sebanyak 1.874 Standar Nasional Indonesia (SNI) di kelompok pertanian dan teknologi pangan. Sampai dengan akhir tahun 2019 sudah tersedia SNI kelompok pertanian dan teknologi pangan sebanyak 2.782 dari total SNI sebanyak 13.054. Pertambahan SNI kelompok pertanian dan teknologi pangan dalam periode 2017–2020 dapat dilihat pada **Tabel 6.14**.

Tabel 6.14 Daftar SNI baru kelompok pertanian dan teknologi pangan

Tahun	SNI Pertanian dan Teknologi Pangan	SNI Seluruh Kelompok
2020 (per Juni)	-	-
2019	102	579
2018	134	529
2017	77	522

Beberapa SNI telah menjadi dasar pengusulan Indonesia dalam menyusun standar internasional pangan, khususnya Standar Codex. Standar Codex yang diusulkan Indonesia dan telah ditetapkan adalah Mi instan (CODEX STAN 249-2006), *Edible Sago Flour* (CODEX STAN 301R-2011), dan Tempe (CODEX STAN 313R-2013). Sementara standar lain yang masih dalam proses perumusan, adalah Standar Codex mengenai lada hitam, lada putih, pala, dan bawang merah.

Meskipun jumlah SNI baru terkait dengan pangan terus bertambah setiap tahunnya, namun penerapan SNI untuk produk pangan masih berjalan relatif lambat. Meskipun ada kewajiban dan ajakan untuk menggunakan label SNI secara sukarela, tapi sepertinya belum semua pelaku usaha menerapkannya. Beberapa alasan yang menyebabkan penerapan SNI produk pangan di Indonesia berjalan lambat adalah sebagai berikut:

1. *Sebagian pelaku usaha belum merasa SNI merupakan prioritas.* Pengusaha ekspor produk pangan lebih fokus untuk memenuhi persyaratan jual-beli internasional dibandingkan memenuhi persyaratan SNI. Pada pasar lokal,

produsen masih kurang memiliki kesadaran untuk menerapkan SNI yang bersifat sukarela, karena dianggap menambah biaya produksi. Hal tersebut berkaitan dengan masalah biaya pengurusan SNI. Biaya pengurusan SNI memang relatif cukup tinggi. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 63 Tahun 2007 perkiraan biaya mendapatkan sertifikasi SNI berkisar Rp 10–40 juta. Perusahaan yang sudah memiliki sertifikasi SNI pun harus tetap mengeluarkan biaya rutin berupa pengawasan Sistem Manajemen Mutu sebesar Rp 5,5 juta per tahun dan biaya perpanjangan sertifikasi sebesar Rp 8,7 juta.

2. *Lembaga sertifikasi produk masih terbatas.* Sertifikasi dan penetapan Surat Persetujuan Pemberian Tanda (SPPT) SNI dilakukan oleh pihak ketiga, yaitu pemerintah dan swasta. Mereka disebut sebagai lembaga sertifikasi produk (LS Pro). Jumlah LS Pro saat ini masih terbatas, baik dari segi kuantitas dan kualitas personilnya.
3. *Sebagian konsumen belum tahu dan belum peduli dengan label SNI.* Sebagian konsumen Indonesia lebih mempertimbangkan harga dalam pemilihan barang dibanding label SNI. Hal ini mungkin karena mereka belum mengetahui atau memang belum peduli dengan status mutu atau standar barang yang dikonsumsi. Hal ini juga menyebabkan para pengusaha enggan menjadikan produk pangannya berbasis SNI.

Penerapan SNI pada dasarnya bersifat sukarela. Namun untuk keperluan melindungi kepentingan umum, keamanan negara, perkembangan ekonomi nasional, dan pelestarian fungsi lingkungan hidup, pemerintah dapat memberlakukan SNI tertentu secara wajib.

Suatu produk yang sudah memenuhi SNI akan diberi Tanda SNI. Apabila SNI untuk produk tertentu telah diwajibkan, produk yang tidak bertanda SNI tidak boleh diedarkan atau diperdagangkan di wilayah RI. Suatu produk yang berada di luar daftar yang wajib, Tanda SNI berfungsi sebagai tanda bahwa produk tersebut memiliki keunggulan (*value added*), tapi tidak melarang peredaran produk sejenis yang tidak bertanda SNI. Contoh sebagian dari SNI wajib untuk produk pangan dapat dilihat pada **Tabel 6.15**.

Tabel 6.15 SNI wajib untuk produk pangan per tahun 2019

Nomor SNI	Nama Produk	Tahun Berlaku
SNI 3751:2009	Tepung terigu sebagai bahan makanan	2015
SNI 01-3556-1994	Garam konsumsi	1995
SNI 01-3140.2-2006	Gula kristal rafinasi	2008
SNI 3747-2009	Kakao bubuk	2010
SNI 3553:2015	Air mineral	2016
SNI 2983:2014	Kopi instan	2016
SNI 3140.3:2010 Amd/1:2011	Gula kristal putih	2013
SNI 8222:2016	Sarden dan <i>mackerel</i> dalam kemasan kaleng	2016
SNI 8223:2016	Tuna dalam kemasan kaleng	2016
SNI 7709:2012	Minyak goreng sawit	2015

Prosedur atau cara mendapatkan sertifikasi SNI sebagai berikut:

1. Pemohon mengisi formulir Surat Persetujuan Pemberian Tanda (SPPT) SNI dengan melampirkan salinan sertifikasi Sistem Manajemen Mutu SNI 19-9001-2001 (ISO 9001:2000) yang dilegalisir dan diakreditasi KAN. Jika produk yang bersangkutan merupakan produk impor, maka perlu melengkapi dengan sertifikasi dari Lembaga Sertifikasi Sistem Manajemen Mutu (LSSM) negara asal yang telah melakukan Perjanjian Saling Pengakuan (*Mutual Recognition Arrangement/ MRA*) dengan KAN.
2. Lembaga Sertifikasi Produk (LSPro) melakukan verifikasi. Verifikasi meliputi seluruh persyaratan untuk SPPT SNI, jangkauan lokasi audit, kemampuan memahami bahasa setempat (jika ada kesulitan, perlu penerjemah bahasa setempat untuk audit kesesuaian).
3. Proses selanjutnya adalah audit kecukupan dan kesesuaian. Audit kecukupan meliputi pemeriksaan kelengkapan dan kecukupan dokumen sistem manajemen mutu dan produsen terhadap persyaratan SPPT SNI. Audit kesesuaian meliputi pemeriksaan kesesuaian dan keefektifan penerapan sistem manajemen mutu di lokasi produsen.

4. Sampel produk dapat dilakukan pengujian laboratorium di laboratorium penguji atau lembaga inspeksi yang sudah diakreditasi. Jika dilakukan di laboratorium milik produsen, diperlukan saksi saat pengujian. Sampel produk diberi Label Contoh Uji (LCU) dan disegel.
5. Penilaian sampel produk dilakukan setelah melakukan pengujian sampel produk. Setelah laboratorium penguji menerbitkan Sertifikasi Hasil Uji. Bila hasil pengujian tidak sesuai dengan persyaratan SNI, maka dilakukan pengujian ulang. Jika hasil uji ulang masih tidak sesuai dengan persyaratan SNI, maka permohonan SPPT SNI ditolak.
6. Keputusan sertifikasi dilakukan ketika seluruh dokumen audit dan hasil uji menjadi bahan rapat panel Tinjauan SPPT SNI LSPro-Pustan Deperin. Pemberian Sertifikat oleh Panel Tinjauan (SPPT) SNI didasarkan hasil evaluasi produk yang memenuhi kelengkapan administrasi (aspek legalitas), ketentuan SNI, dan proses produksi serta sistem manajemen mutu yang diterapkan, sehingga menjamin konsistensi mutu produk. Jika semua syarat terpenuhi, LSPro-Pustan Kemenperin menerbitkan SPPT SNI untuk produk yang diajukan oleh pemohon.

### 6.3 Legislasi Pangan

Kata legislasi sering diartikan sebagai (i) perundang-undangan dan (ii) pembuatan undang-undang (Nugraha, 2018). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), legislasi adalah pembuatan undang-undang. Dalam bab ini, kata legislasi dapat diartikan lebih luas, yaitu sebagai proses pembuatan undang-undang dan peraturan atau regulasi, termasuk pula pembuatan Peraturan Pemerintah dan peraturan-peraturan lain sesuai dengan undang-undang yang berlaku. Legislasi pangan diartikan sebagai proses pembuatan undang-undang dan peraturan pangan. Subbab ini membahas prinsip pembuatan peraturan pangan, peraturan pangan berbasis risiko, dan analisis dampak regulasi.

### 6.3.1 Prinsip Pembuatan Peraturan Pangan

Dalam dunia yang semakin global, terutama dengan berkembangnya perdagangan pangan internasional, maka peraturan pangan di suatu negara dapat saja berpengaruh pada kondisi pangan negara lain, terutama jika di antara negara tersebut melakukan kegiatan perdagangan internasional. Selain itu, pembuatan regulasi merupakan suatu pekerjaan yang memerlukan sumberdaya, termasuk waktu, tenaga dan biaya. Karena itu, perlu dipastikan bahwa hasil pekerjaan pembuatan peraturan ini menghasilkan peraturan yang mampu mencapai tujuan yang diharapkan. Untuk membantu proses pembuatan peraturan yang baik, perlu dikembangkan Cara Baik Pembuatan Peraturan (*Good Regulatory Practices*, GRP).

Penyusunan peraturan di Indonesia mengacu pada UU Nomor 12 Tahun 2011 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan dan perubahannya UU Nomor 15 Tahun 2019 dan Perpres No. 87 Tahun 2014 tentang Peraturan Pelaksanaan UU 12 tersebut. Pembentukan peraturan menurut UU ini harus beraskan kejelasan tujuan; kelembagaan atau pejabat pembentuk yang tepat; kesesuaian antara jenis, hierarki, dan materi muatan; dapat dilaksanakan; kedayagunaan dan kehasilgunaan; kejelasan rumusan; dan keterbukaan. Pembentukan peraturan mencakup tahapan perencanaan, penyusunan, pembahasan, pengesahan atau penetapan, dan pengundangan. Perencanaan penyusunan UU dilakukan dalam Program Legislasi Nasional, perencanaan penyusunan PP dilakukan dalam suatu program penyusunan Peraturan Pemerintah, perencanaan penyusunan Perpres dilakukan dalam suatu program penyusunan Peraturan Presiden, perencanaan penyusunan Perda Provinsi dan Perda Kabupaten/Kota dilakukan dalam suatu Prolegda Provinsi dan Prolegda Kabupaten/Kota, sedangkan perencanaan penyusunan peraturan perundang-undangan lainnya disesuaikan dengan kebutuhan lembaga, komisi, atau instansi masing-masing. Penyebarluasan dimulai sejak perencanaan, penyusunan, pembahasan, hingga pengundangan peraturan. Hal ini dalam rangka memberikan peran serta masyarakat untuk memberikan masukan secara lisan dan/atau tertulis, baik melalui forum rapat dengar pendapat umum; kunjungan kerja; sosialisasi/konsultasi publik; dan/atau seminar, lokakarya, dan diskusi.

Sebelum peraturan ditetapkan, jika terkait dengan *Sanitary Phytosanitary* (SPS) dan adanya potensi hambatan dagang (*technical barrier to trade-TBT*), maka peraturan perlu dinotifikasi ke WTO, untuk mendapatkan komentar dari negara anggota WTO lainnya. Setelah peraturan ditetapkan dan agar setiap orang mengetahuinya dilakukan pengundangan, yaitu penempatan peraturan dalam Lembaran Negara Republik Indonesia, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia, Berita Negara Republik Indonesia, Tambahan Berita Negara Republik Indonesia, Lembaran Daerah, Tambahan Lembaran Daerah, dan Berita Daerah.

Salah satu contoh GRP adalah pedoman yang dikeluarkan oleh Organisasi Perdagangan Dunia (*World Trade Organization*, WTO). Khususnya pedoman tentang cara baik pembuatan standar (salah satu peraturan pangan; Lihat subbab 6.2.3), yang disebut sebagai kode praktik yang baik (*code of good practice*), khususnya untuk persiapan, adopsi dan aplikasi standar. Kode praktik yang baik ini diadopsi oleh BSN dalam pengembangan Standar Nasional Indonesia (SNI). Dinyatakan oleh BSN (2014) bahwa agar SNI memperoleh penerimaan yang luas antara para pemangku kepentingan, maka SNI perlu dirumuskan dengan memenuhi kode praktik yang baik dari WTO, yaitu menggunakan prinsip: (i) keterbukaan; (ii) transparansi; (iii) konsensus dan tidak memihak; (iv) efektivitas dan relevansi; (v) koherensi; dan (vi) berdimensi pengembangan. Tidak hanya untuk pembuatan SNI, kode praktik yang baik ini juga perlu diterapkan dalam pembuatan peraturan pangan yang lain.

Secara lebih rinci, terdapat enam prinsip pada kode praktik yang baik sebagai berikut (BSN 2014; Sumarto *et al.* 2014) :

1. ***Keterbukaan (openess)***. Prinsip ini menyatakan bahwa proses pengembangan standar hendaknya bersifat terbuka bagi semua pemangku kepentingan. Terbuka ini juga berarti bahwa semua pemangku kepentingan mempunyai kesempatan untuk berpartisipasi penuh dalam proses pengembangan standa. Artinya, setiap lembaga maupun anggota masyarakat yang berkepentingan dapat terlibat untuk memberikan masukan, menyatakan persetujuan atau keberatan terhadap suatu rancangan standar.

2. ***Transparansi (transparency)***. Prinsip ini menyatakan bahwa proses pengembangan standar hendaknya transparan bagi semua pemangku kepentingan, sehingga mereka dapat mengikuti perkembangan standar mulai dari tahap persiapan, perumusan sampai pada tahap penetapannya. Dalam hal ini, semua pemangku kepentingan dapat dengan mudah memperoleh semua informasi yang berkaitan dengan pengembangan standar;
3. ***Konsensus dan tidak memihak (consensus and impartiality)***. Prinsip ini menyatakan bahwa proses pengembangan standar hendaknya dilakukan untuk mencapai konsensus dan tidak memihak, agar semua pemangku kepentingan dapat menyalurkan kepentingannya dan diperlakukan secara adil. Prinsip ini memberikan kesempatan bagi pihak yang memiliki kepentingan berbeda untuk mengutarakan pandangan mereka serta mengakomodasikan pencapaian kesepakatan oleh pihak tersebut secara konsensus (mufakat atau suara mayoritas) dan tidak memihak kepada pihak tertentu;
4. ***Efektivitas dan relevansi (effectiveness and relevance)***. Prinsip ini menyatakan bahwa proses pengembangan standar hendaknya dilakukan secara efektif dan relevan agar dapat memfasilitasi perdagangan dengan memperhatikan kebutuhan pasar dan tidak bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Prinsip ini bertujuan untuk meminimalkan kemungkinan adanya standar (atau secara umum peraturan pangan) yang memberikan hambatan yang tidak perlu dalam perdagangan. Karena itulah maka standar yang dikembangkan harus relevan dan efektif memenuhi kebutuhan pasar, baik domestik maupun internasional sehingga ada kebutuhan dari dunia usaha atau pihak pengguna lainnya untuk mengadopsi standar tersebut. Selain itu, prinsip ini juga menghendaki bahwa pembuatan atau pengembangan standar harus memperhatikan kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek). Dengan kata lain, prinsip ini menyatakan bahwa pembuatan standar harus dilakukan semaksimal mungkin agar hasilnya dapat diterapkan secara efektif sesuai dengan konteks keperluannya.

5. ***Koherensi (Coherence)***. Prinsip ini menyatakan bahwa proses pengembangan standar hendaknya koheren dengan pengembangan standar lain, termasuk dengan standar internasional agar perkembangan pasar tidak terisolasi dari perkembangan pasar global dan memperlancar perdagangan internasional. Prinsip koheren ini bertujuan untuk menghindari ketidakselarasan di antara standar, mencegah adanya duplikasi dan tumpang tindih dengan standar sejenis lainnya. Agar harmonis dengan kegiatan pembuatan (pengembangan dan perumusan) standar perlu dilakukan bekerjasama dengan badan standar lain baik regional maupun internasional. Pada tingkat nasional duplikasi perumusan standar antara panitia teknis -misalnya- harus dihindari; dan
6. ***Berdimensi pembangunan (Development dimension)***. Prinsip ini menyatakan bahwa proses pengembangan standar hendaknya mempunyai dimensi pembangunan; yang berarti bahwa dalam pengembangan standar perlu memperhatikan kepentingan publik dan kepentingan nasional, khususnya sebagai upaya untuk meningkatkan daya saing perekonomian nasional. Dalam hal ini, kondisi usaha kecil/menengah perlu menjadi pertimbangan dalam proses pembuatan standar. Pemerintah, perlu memfasilitasi keikutsertaan usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) serta mempertimbangkan saran dan keberatan mereka. Selain itu, upaya pembinaan dan peningkatan kemampuan UMKM juga harus dikedepankan, sehingga UMKM akan mampu memenuhi standar yang dipersyaratkan pasar. Hal ini dimaksudkan agar UMKM dapat bersaing di pasar regional/ internasional dan dapat menjadi bagian dari rantai pasok pangan global (*global food supply chain*). Dengan prinsip ini diharapkan standar yang dihasilkan memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kepentingan masyarakat dan negara. Penggunaan prinsip berdimensi pembangunan pada pembuatan dan penetapan suatu peraturan pangan, selain bertujuan untuk memberikan perlindungan terhadap konsumen, juga bertujuan untuk pembangunan, yaitu membangun daya saing produk pangan nasional, khususnya daya saing produk UMKM. Penetapan peraturan pangan yang tidak memperhatikan kondisi dan kapasitas UMKM pangan dapat saja justru memperlemah, atau bahkan mematikan, UMKM pangan itu sendiri.

### 6.3.2 Peraturan Pangan Berbasis Risiko

Sebagaimana disebutkan di pendahuluan subbab ini, peraturan pangan dibuat untuk memberikan perlindungan konsumen dan menjamin terjadinya perdagangan pangan yang adil. Namun demikian, peraturan pangan tidak dapat memberikan jaminan bahwa pangan yang beredar sama sekali tidak memberikan risiko kesehatan. Karena pada dasarnya, tidak ada satu jenis pangan yang dikonsumsi dengan tanpa risiko. Jadi, peraturan pangan perlu dibuat dan ditetapkan untuk meminimalkan risiko negatif terhadap kesehatan tersebut, sampai pada tingkat yang tidak lagi mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia (UU Nomor 18 Tahun 2012).

#### *Tingkat Risiko Pangan*

Dalam hal ini, pembuatan peraturan pangan perlu membedakan antara risiko (*risk*) dan bahaya (*hazard*). Risiko adalah kemungkinan terjadinya kondisi yang mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Sementara itu, bahaya (*hazard*) adalah bahan biologi, kimia atau fisik dalam pangan yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan. Misalnya, sinar matahari dapat dianggap sebagai bahaya (*hazard*) karena dapat memberikan risiko terkena kanker kulit. Tetapi, risiko seseorang terkena kanker kulit karena sinar matahari bergantung dari seberapa kuat sinar dan berapa lama terjadinya paparan. Semakin kuat intensitas sinar matahari dan semakin lama paparannya, maka semakin tinggi risiko terkena kanker. Demikian pula mengenai risiko pangan menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan pada manusia, sangat bergantung dari tingkat bahaya pada pangan dan seberapa besar tingkat paparannya (**Gambar 6.3**).

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{RISIKO} \\ \hline \textit{(Risk)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{BAHAYA} \\ \hline \textit{(Hazard)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{PAPARAN} \\ \hline \textit{(Exposure)} \\ \hline \end{array}$$

Gambar 6.3 Risiko adalah hasil kali antara bahaya dan paparan

Untuk menurunkan risiko negatif terhadap kesehatan, maka tidak hanya dapat dikendalikan dengan mengurangi tingkat bahaya, tetapi juga dengan mengurangi tingkat paparan. Perlu dipahami bahwa bahkan untuk produk

pangan dengan tingkat bahaya yang rendah, tetapi jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar dan dalam waktu yang lama, akan memberikan risiko yang tinggi pula (**Gambar 6.4**). Sebaliknya, produk pangan dapat saja mempunyai tingkat bahaya tinggi, namun jika konsumsinya rendah juga akan memberikan tingkat risiko yang relatif rendah. Berdasarkan pada pemahaman ini, maka peraturan pangan hendaknya dibuat berbasis atau berdasarkan pada risiko, dengan tujuan meminimalkan risiko sampai pada tingkat yang tidak lagi mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia.

Tingkat Bahaya	Tinggi	T-R (3)	T-S (6)	T-T (9)
	Sedang	S-R (2)	S-S (4)	S-T (6)
	Rendah	R-R (1)	R-S (2)	R-T (3)
		Rendah (R)	Sedang (S)	Tinggi (T)
		Tingkat Paparan		

Gambar 6.4 Tingkat risiko sebagai fungsi dari tingkat bahaya dan paparan

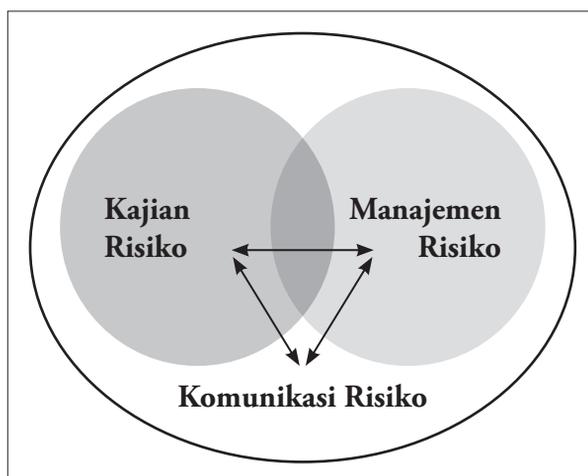
### *Analisis Risiko*

Secara umum dapat dikatakan bahwa **tidak ada satu jenis** pangan yang dikonsumsi tanpa risiko. Karena alasan itu, maka perlu dikembangkan opsi manajemen produksi, penanganan, transportasi, penyimpanan dan pengolahan pangan, agar risiko dapat ditekan seminimal mungkin. Salah satu opsi manajemen tersebut bisa saja berupa pembuatan peraturan pangan.

Salah satu pendekatan sistematis berbasis ilmu pengetahuan untuk pengelolaan risiko ini adalah analisis risiko. Analisis risiko dapat digunakan untuk memperkirakan risiko konsumsi pangan terhadap kesehatan. Pendekatan ini tidak disusun untuk memberikan keputusan, melainkan sebagai alat

pendukung pengambilan keputusan, terutama yang berkaitan dengan (i) apakah suatu risiko itu dapat diterima atau tidak dan (ii) opsi atau pilihan apa yang harus dilakukan untuk mengurangi atau bahkan meniadakan risiko. Dengan demikian, analisis risiko ini dapat memberikan informasi dan bukti yang diperlukan pembuat kebijakan untuk secara transparan mengambil keputusan efektif untuk meminimalkan risiko negatif terhadap kesehatan.

Pendekatan analisis risiko ini merupakan pendekatan yang dapat diterima oleh masyarakat internasional untuk pengembangan peraturan pangan, termasuk pengembangan standar keamanan pangan berdasarkan pada prinsip ilmiah (*scientific principles*). Pendekatan analisis risiko ini telah digunakan oleh komisi Codex Alimentarius untuk digunakan pengembangan standar, pedoman maupun kode Praktik (*code of practices*) sejak tahun 1993. Selanjutnya, Codex merekomendasikan supaya pendekatan ini dapat dipakai sebagai pendekatan berbasis ilmiah dalam pengembangan peraturan pangan. Pendekatan analisis risiko ini mempunyai kerangka yang terdiri atas tiga komponen (**Gambar 6.5**), yaitu kajian risiko (*risk assessment*), manajemen risiko (*risk management*) dan komunikasi risiko (*risk communication*). Kerangka analisis risiko beserta tahap pelaksanaannya disajikan pada **Gambar 6.6**.



Gambar 6.5 Kerangka analisis risiko



Gambar 6.6 Kerangka analisis risiko beserta tahap pelaksanaannya

Secara lebih detail, proses analisis risiko ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Kajian risiko adalah proses untuk menetapkan peluang terjadinya suatu permasalahan yang diakibatkan oleh adanya bahaya dalam pangan. Kajian risiko dilakukan oleh panel pakar, dan kajian risiko yang dilakukan dapat secara kualitatif maupun kuantitatif. Proses kajian risiko ini merupakan proses berbasis ilmiah, yang terdiri atas langkah berikut: (1) Identifikasi bahaya, (2) Karakterisasi bahaya, (3) Penilaian paparan, dan (4) Karakterisasi risiko.
2. Manajemen risiko merupakan proses menimbang berbagai alternatif atau opsi kebijakan keamanan pangan berdasarkan hasil kajian risiko; pemilihan opsi, implementasi dan pemantauannya. Proses ini dilakukan oleh tim manajemen risiko dipimpin oleh manajer risiko (*risk manager*). Proses manajemen risiko umumnya terdiri atas tahap berikut: (a) Evaluasi risiko, (b) Kajian opsi atau pilihan manajemen risiko; (c) Implementasi keputusan manajemen tentang opsi terpilih; dan (d) pemantauan dan peninjauan.

3. Komunikasi risiko merupakan proses komunikasi timbal balik dan interaktif dengan semua pemangku kepentingan. Berikut ini beberapa aspek penting komunikasi risiko yang perlu dipertimbangkan seksama selama proses, yaitu:
  - a. Pertukaran informasi dan pendapat di sepanjang proses analisis risiko,
  - b. Perlu melibatkan semua pemangku kepentingan, termasuk pengkaji risiko (pakar, peneliti), manajer risiko (pemerintah), konsumen, industri, kalangan akademik dan pihak yang tertarik,
  - c. Perlu penjelasan hasil temuan kajian risiko dan apa yang mendasari dari pengambilan keputusan/pemilihan suatu kebijakan.
  - d. Komunikasi risiko ini penting dimulai sejak awal proses dan dilakukan terus-menerus untuk memastikan agar semua pihak berkepentingan merasa dilibatkan, sehingga tumbuh rasa memiliki terhadap suatu kebijakan peraturan pangan tersebut.

### 6.3.3 Analisis Dampak Regulasi

Peraturan atau regulasi bertujuan untuk memperoleh manfaat kebaikan bersama. Karena itu, proses pembuatannya perlu dilakukan dengan baik, sesuai dengan prinsip yang baik, termasuk kode praktik yang baik, dan berbasis analisis risiko.

Peraturan yang baik jelas diharapkan akan dapat mencapai tujuan yang diinginkan, yaitu memberikan manfaat kebaikan bersama yang jelas. Di samping itu, peraturan yang dipilih hendaknya memberikan manfaat yang melebihi biaya yang diperlukan, serta tidak memberikan dampak berupa beban-beban tambahan yang tidak perlu atau bahkan memberikan dampak buruk yang tidak diinginkan. Pada praktiknya, untuk menghasilkan peraturan terbaik maka dapat digunakan pendekatan analisis dampak regulasi (ADR) atau *regulatory impact analysis* (RIA). Dengan demikian, pendekatan ADR dapat digunakan sebagai salah satu alat untuk meningkatkan kualitas kebijakan pemerintah.

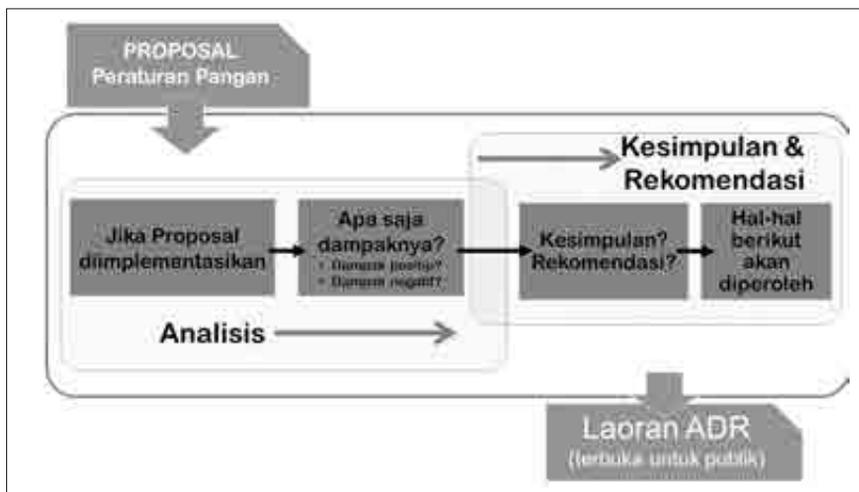
Sejak tahun 2003, bersama dengan beberapa kementerian/lembaga lain, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Kementerian PPN/Bappenas) telah berperan aktif dalam mengembangkan dan mensosialisasikan metode ADR (Bappenas 2011). Untuk itu, Bappenas telah menyusun dan meluncurkan buku panduan pelaksanaan metode ADR pada tahun 2009 (Bappenas 2009). Pedoman ini dikeluarkan untuk meminimalkan lahirnya kebijakan yang kontra produktif. Pada dasarnya, ADR adalah suatu pendekatan untuk menemukan titik keseimbangan antara kepentingan publik (yaitu tercapainya tujuan peraturan) dengan dampak negatif (termasuk biaya) yang mungkin ditimbulkannya. Bahkan pada tahun 2015, dalam publikasinya yang berjudul “Strategi Nasional Reformasi Regulasi 2015–2025”, Bappenas berkomitmen untuk melakukan reformasi regulasi di Indonesia, antara lain dengan mengadopsi prinsip ADR dalam pembuatan kebijakan, termasuk peraturan.

Jadi ADR (**Gambar 6.7**) bertujuan untuk menghasilkan peraturan pangan yang efektif (yaitu mampu mencapai tujuan yang diinginkan) dan efisien (mencapai tujuan dengan beban atau biaya total terendah). ADR ini perlu dilakukan pada awal proses, yaitu ketika ada prakarsa atau proposal untuk membuat regulasi (**Gambar 6.8**). Dengan demikian, untuk setiap proposal pembuatan peraturan baru, seharusnya melalui proses analisis mengenai potensi dampaknya terlebih dulu, baru dapat diambil kesimpulan apakah proposal tersebut dapat diterima atau tidak. ADR dapat juga melahirkan kesimpulan dan saran perbaikan, sehingga akan diperoleh peraturan yang lebih baik.

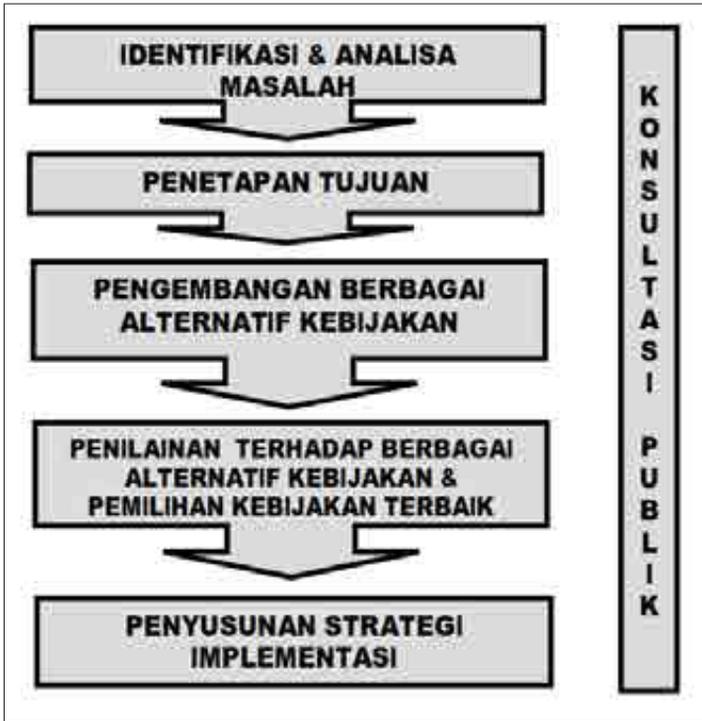
Secara umum, ADR perlu menjawab beberapa pertanyaan sebagai berikut (i) apa masalah yang harus diatasi?; (ii) apa tujuan kebijakan spesifik yang ingin dicapai?, dan (iii) apa ada cara berbeda untuk mencapainya?. Secara ilustratif, langkah ADR dapat dilihat pada **Gambar 6.9**.



Gambar 6.7 Kerangka analisis dampak regulasi



Gambar 6.8 ADR pada setiap proposal mengenai peraturan baru



Gambar 6.9 Langkah analisis dampak regulasi (Bappenas 2011)

Secara detail, langkah ADR oleh Bappenas (2011) dijelaskan sebagai berikut:

1. **Identifikasi dan analisis masalah terkait peraturan atau regulasi.** Tahap awal ini sangat penting dilakukan, agar jelas bagi semua pihak, khususnya bagi pengambil kebijakan, tentang masalah apa dihadapi dan hendak dipecahkan dengan pembuatan peraturan atau regulasi. Tahap ini adalah tahap awal penting, untuk benar-benar mengidentifikasi masalah dan bukannya gejala.
2. **Penetapan tujuan.** Tahap berikutnya adalah menetapkan tujuan apa yang akan dicapai dengan pembuatan peraturan ini. Tujuan ini perlu dinyatakan secara jelas, sehingga nantinya peraturan ini dapat dievaluasi dengan baik, Suatu peraturan dianggap efektif, jika dengan adanya

peraturan tersebut tujuan yang telah dinyatakan tersebut telah tercapai. Jika tujuan tidak tercapai, perlu dilakukan revisi peraturan atau bahkan mengganti peraturan.

3. ***Pengembangan berbagai pilihan/alternatif kebijakan untuk mencapai tujuan.*** Penetapan **masalah** (Tahap 1) dan tujuan (Tahap 2) dengan baik, juga akan membantu langkah berikutnya, yaitu mengembangkan opsi atau pilihan apa saja yang ada atau bisa diambil untuk memecahkan masalah dan mencapai tujuan tersebut. Pada pendekatan ADR ini, sebagai pilihan pertamanya adalah tidak perlu membuat peraturan apapun atau “*do nothing*”, yang merupakan kondisi nyata saat itu (*existing condition*) atau kondisi awal (*baseline condition*). Kondisi awal inilah yang nantinya akan dibandingkan dengan berbagai opsi/pilihan yang diajukan. Pada tahap ini, keterlibatan semua pemangku kepentingan, termasuk ahli dari berbagai latar belakang, sangat diperlukan untuk mendapatkan berbagai potensi opsi/pilihan apa saja yang tersedia.
4. ***Penilaian terhadap pilihan alternatif kebijakan, baik dari sisi legalitas maupun biaya (cost) dan manfaat (benefit)-nya.*** Setelah berbagai opsi/pilihan untuk memecahkan masalah dan mencapai tujuan telah teridentifikasi dan didaftar, langkah berikutnya adalah melakukan seleksi terhadap opsi/pilihan tersebut. Juga perlu dipastikan, apakah opsi/pilihan membuat peraturan termasuk dalam opsi/pilihan tersebut? Proses pemilihan dapat dilakukan dengan:
  - a. Pengecekan terhadap aspek legalitas yang berlaku. Prinsipnya, setiap opsi/ pilihan tidak boleh bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
  - b. Dilakukan analisis terhadap biaya (*cost*) dan manfaat (*benefit*) pada masing-masing opsi/pilihan yang tidak bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Dalam hal ini, “biaya” adalah hal merugikan atau dampak negatif, sedangkan “manfaat” adalah yang menguntungkan atau dampak positif, sebagai akibat dari diimplimentasikan opsi/pilihan tersebut. Jadi, pengertian biaya atau manfaat tidak selalu berarti “uang”, tetapi

dapat hal lain yang mungkin dapat saja diukur dengan uang. Dalam hal ini, analisis terhadap biaya dan manfaat, perlu dilakukan dengan cermat dan identifikasi pihak mana saja yang terkena dampak (baik positif maupun negatif). Kajian yang sama perlu pula dilakukan untuk opsi “tidak melakukan apa-apa” atau “*do nothing*”, sehingga nantinya dapat digunakan sebagai pembandingan terhadap adanya opsi/pilihanyang diambil.

5. ***Pemilihan kebijakan terbaik.*** Dari analisis biaya-manfaat, dapat diambil opsi/ pilihan yang dianggap terbaik, yaitu opsi/pilihan yang memberikan manfaat bersih (*net benefit*) terbesar. Manfaat bersih adalah jumlah semua manfaat dikurangi dengan jumlah semua biaya.
6. ***Penyusunan strategi implementasi.*** Setelah diperoleh opsi/pilihan terbaik, maka perlu dilakukan penyusunan strategi impelementasinya. Tahap ini diperlukan karena diyakini bahwa sebuah peraturan tidak akan dapat berjalan jika hanya ditetapkan begitu saja. Dalam hal ini, perlu ada strategi implementasi secara detail, termasuk sosialisasi kepada semua pemangku kepentingan, mengenai peraturan tersebut, tujuannya apa, apa yang perlu dilakukan supaya oleh masing-masing pihak, serta bagaimana akan dilakukannya, apa yang diperlukan supaya tingkat kepatuhan cukup tinggi terhadap pelaksanaan peraturan tersebut, dan bagaimana kerangka waktu pelaksanaannya.
7. ***Partisipasi masyarakat di semua proses.*** Perlu dicatat disini bahwa, pada setiap dan semua tahapan tersebut di atas perlu diupayakan dengan melibatkan sebanyak mungkin pihak pemangku yang berkepentingan dengan peraturan yang disusun. Pihak masyarakat terdampak perlu diidentifikasi dengan benar dan selalu dilibatkan dan didengar pendapatnya, sehingga peraturan yang ditetapkan nantinya akan lebih relevan dan mempunyai peluang untuk diimplementasikan dan mempunyai tingkat kepatuhan yang baik.

Berdasarkan uraian di atas, pada dasarnya terdapat sepuluh pertanyaan mendasar yang perlu dijawab dan dianalisis, untuk dapat menghasilkan opsi/ pilihan peraturan pangan yang baik; yaitu peraturan pangan yang efektif dan efisien (Bappenas 2011) sebagai berikut:

1. Apakah masalah yang ingin dipecahkan dengan pembuatan peraturan telah dirumuskan dengan baik?
2. Apakah tindakan pemerintah untuk membuat peraturan memiliki alasan kuat?
3. Apakah peraturan atau regulasi merupakan tindakan pemerintah yang terbaik?
4. Apakah memiliki dasar legalitas?
5. Tingkatan pemerintah manakah yang tepat melakukan tindakan ini?
6. Apakah manfaat regulasi melebihi biayanya?
7. Apakah efek distribusinya transparan?
8. Apakah regulasi jelas, konsisten, komprehensif dan dapat diakses?
9. Apakah pihak-pihak yang berkepentingan telah diberi kesempatan untuk partisipasi (konsultasi)?
10. Bagaimana kepatuhan akan dicapai?

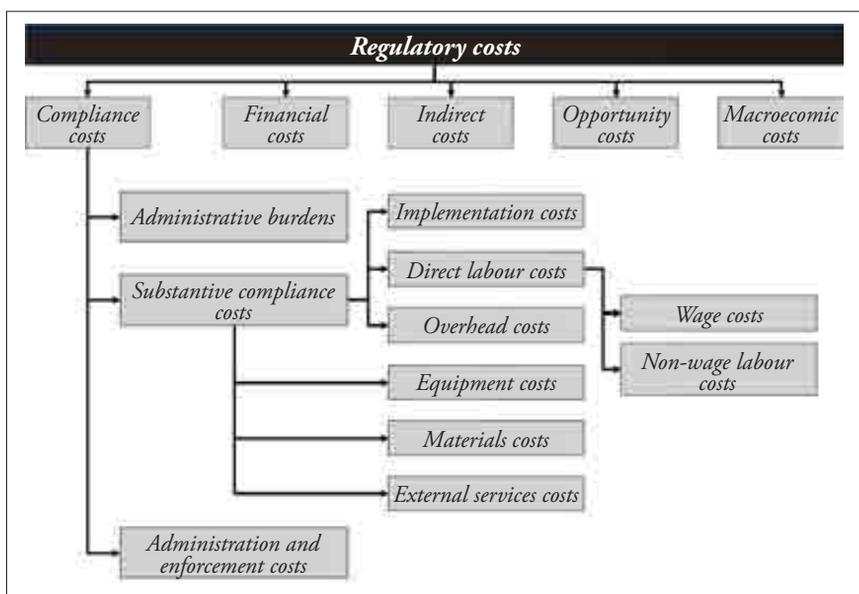
### 6.3.4 Analisis Biaya-Manfaat

Analisis biaya-manfaat (*benefit/cost analysis*) merupakan bagian esensial dan penting dari pendekatan ADR. Analisis biaya-manfaat ini perlu dilakukan untuk membantu proses pemilihan opsi/pilihan terbaik dari sekian banyak opsi/pilihan yang tersedia. Setiap opsi/pilihan tindakan regulasi peraturan (atau mungkin juga kebijakan lain non-peraturan) selain akan memberikan manfaat juga akan memberikan dampak negatif, seperti terhadap beban atau biaya. Untuk itu, perlu secara teliti diidentifikasi biaya dan manfaat apa saja, baik yang langsung atau tidak langsung, terkait dengan opsi/pilihan yang ada. Sering, biaya dan manfaat yang berhasil diidentifikasi sulit dikuantifikasi, sehingga perlu konsultasi dengan pihak ahli untuk dapat memberikan bobot kuantifikasi yang tepat. Jika diperlukan, kuantifikasi dapat dilakukan melalui *value judgment* dari ahli (yang bersifat subjektif) atau pun melalui pendekatan lain yang dapat dipertanggungjawaban secara ilmiah.

1. **Analisis manfaat.** Berbagai manfaat (yaitu dampak positif atau kebaikan) yang muncul dari penerapan peraturan, terutama terkait dengan pengurangan atau hilangnya masalah yang memang ingin dipecahkan. Manfaat ini dapat bersifat langsung dan tidak langsung sebagai dampak dari adanya peraturan, yang seluruhnya harus diperhitungkan walaupun dengan bobot berbeda. Manfaat peraturan pangan dapat berupa meningkatnya status kesehatan masyarakat, menurunnya angka kesakitan, menurunnya keracunan pangan, meningkatnya perdagangan, peningkatan pendapatan negara karena pajak penjualan produk, dan lain-lain. Secara sistematis, tahapan analisis manfaat dapat dilakukan sebagai berikut :
  - a. Mengidentifikasi manfaat
  - b. Menetapkan siapa yang mendapat manfaat
  - c. Menentukan indikator dan metode kuantifikasinya untuk mengukur setiap manfaat
  - d. Mengukur *baseline* dari setiap indikator (tanpa tindakan, opsi *do-nothing*)
  - e. Memperkirakan perubahan (secara kuantitatif, kalau memungkinkan) pada setiap indikator (setelah ada tindakan)
  - f. Menerjemahkan nilai indikator dalam unit kuantitas yang sama (tidak harus dalam nilai uang)
  - g. Menyimpulkan hasil analisis
2. **Analisis Biaya.** Secara umum, biaya adalah segala dampak negatif yang mungkin muncul sebagai akibat adanya peraturan pangan tertentu. Biaya dapat pula diartikan sebagai “apa” dan “berapa” yang harus dikorbankan untuk mendapatkan sesuatu (manfaat) yang diinginkan. Menurut OECD (2014) biaya terkait dengan pembuatan dan pelaksanaan peraturan ini dapat dilihat pada **Gambar 6.10**.

Sebagaimana analisis manfaat, tahapan analisis biaya adalah sebagai berikut: (a) Mengidentifikasi biaya; (b) Menetapkan siapa yang menanggung biaya; (c) Memutuskan bagaimana mengukur setiap biaya; (d) Menetapkan data dasar untuk perbandingan; (e) Memperkirakan apa yang akan terjadi; (f) Menerjemahkan kepada unit yang sama; dan (g) Meringkas hasil analisis.

Biaya suatu peraturan pangan dapat merupakan beban bagi konsumen, pemerintah, maupun industri. Biaya yang menjadi beban atau ditanggung oleh pemerintah antara lain adalah (i) biaya pembuatan, (ii) biaya operasional, meliputi biaya administrasi, pelaksanaan, biaya perlengkapan (peralatan), dll; (ii) biaya untuk evaluasi dan *review*. Biaya beban industri antara lain adalah (i) biaya yang berkaitan dengan perubahan efisiensi dan kemampuan industri untuk meningkatkan produktivitas, (ii) biaya inovasi dan adaptasi dengan kondisi yang dipersyaratkan oleh peraturan pangan, (iii) biaya yang harus ditanggung industri (dalam negeri) relatif terhadap biaya ditanggung oleh industri pesaing (di luar negeri), dan lain-lain. Biaya yang ditanggung oleh konsumen meliputi (i) biaya karena perubahan harga, (ii) biaya karena adanya perubahan kualitas, dan (iii) biaya yang berkaitan dengan perubahan ketersediaan pangan yang menjadi objek peraturan pangan, dan lain-lain.



Gambar 6.10 Taksonomi biaya terkait dengan peraturan (OECD 2014)

Adanya analisis biaya manfaat yang lengkap akan memudahkan proses pengambilan keputusan, yaitu memilih opsi terbaik. Karena itu, setiap opsi/pilihan yang ada perlu dianalisis manfaat dan biayanya, lalu dilakukan

perbandingan terhadap opsi yang mempunyai manfaat lebih besar daripada biaya. Secara umum, pilihan dapat dijatuhkan pada opsi yang mempunyai rasio manfaat terhadap biaya yang paling besar.

## 6.4 *Codex Alimentarius Commission*

Pangan merupakan produk yang diperdagangkan secara internasional. Sebagaimana dikemukakan di bagian pendahuluan Bab ini, selain untuk memberikan perlindungan kepada konsumen, satu tujuan peraturan pangan adalah juga untuk menjamin terjadinya perdagangan yang *fair*. Dalam hal perdagangan internasional, Organisasi Perdagangan Dunia (WTO; *World Trade Organization*) menekankan perlunya peraturan pangan yang berkaitan dengan perdagangan internasional pangan harus berbasis ilmiah (berdasarkan ilmu pengetahuan) dan analisis risiko.

Perjanjian tentang Penerapan Tindakan Sanitasi dan Fitosanitari (*Sanitary and Phytosanitary Measures*, SPS) memungkinkan negara untuk mengambil langkah-langkah yang sah untuk melindungi kehidupan dan kesehatan konsumen asalkan tindakan tersebut dapat dibenarkan secara ilmiah dan tidak perlu menghambat perdagangan. Perjanjian SPS tersebut mengarahkan negara-negara untuk memastikan bahwa tindakan sanitasi dan fitosanitari mereka didasarkan pada analisis risiko terhadap kehidupan atau kesehatan (i) manusia, (ii) hewan dan/atau (iii) tumbuhan. Tiga lembaga dunia bertugas mengembangkan standar terkait dengan kehidupan atau kesehatan (i) manusia, (ii) hewan dan/atau (iii) tumbuhan yang merupakan objek dari perjanjian SPS ini adalah (i) *Codex Alimentarius Commission* (CAC) untuk kesehatan manusia, (ii) *Office International des Epizooties* (OIE) untuk kesehatan hewan, dan (iii) *International Plant Protection Convention* (IPPC) untuk kesehatan tanaman. Jadi dalam kaitannya dengan perdagangan internasional, perjanjian SPS mengakui CAC, OIE, dan IPPC yang ketiganya sering disebut sebagai “*three sisters* atau Tiga bersaudara”, sebagai badan dunia yang masing-masing bertugas mengembangkan dan menetapkan standar yang relevan untuk kesehatan manusia, kesehatan hewan dan penyakit zoonosis, serta masalah fitosanitari.

Dalam hal kesehatan manusia fokusnya adalah pada pengembangan dan penetapan standar pangan, yang dilakukan oleh CAC. CAC adalah suatu organisasi antar pemerintah (*Intergovernmental*), didirikan oleh FAO dan WHO pada tahun 1963, dengan tugas melaksanakan program bersama FAO/WHO untuk pengembangan standar pangan. Saat ini, tercatat (Juli 2020) anggota sebanyak 189 negara dan satu anggota organisasi (yaitu Uni Eropa). demikian, CAC mempunyai keanggotaan yang sangat global, meliputi semua benua, dan mewakili sekitar 99% populasi dunia. Indonesia menjadi anggota CAC sejak 1971 dan terus berperan aktif dalam pembahasan rancangan standar internasional yang dikembangkan dan ditetapkan oleh Codex. Selain anggota, Codex juga mempunyai pengamat (*observer*) yang juga terlibat aktif dalam pengembangan standar internasional, yang saat ini jumlahnya mencapai 219 Pengamat Codex (Juli 2020).

### 6.4.1 Standar Codex

Dalam hal ini, pangan didefinisikan sebagai zat, baik yang diproses, setengah diproses atau mentah, yang dimaksudkan untuk konsumsi manusia, dan termasuk minuman, permen karet dan zat apa pun yang telah digunakan dalam pembuatan, persiapan atau penanganan pangan, tetapi tidak termasuk kosmetik atau tembakau atau zat lain yang hanya digunakan sebagai obat (Codex 2019).

Standar yang dikembangkan dan ditetapkan oleh Codex mencakup standar untuk semua pangan utama, baik yang diproses, setengah diproses atau mentah, untuk didistribusikan kepada konsumen. Bahan untuk diproses lebih lanjut menjadi pangan termasuk yang dibahas dan dikembangkan standarnya oleh Codex, mencakup ketentuan dan persyaratan terkait higiene pangan, bahan tambahan pangan, residu pestisida dan obat-obatan hewan, cemaran atau kontaminan, pelabelan dan presentasi/penyajian, metode analisis dan pengambilan contoh, serta inspeksi dan sertifikasi untuk kegiatan impor dan ekspor pangan.

Dalam melaksanakan tugasnya, CAC melakukan proses pengembangan standar dengan mandat untuk (i) melindungi kesehatan konsumen, dan (ii) memastikan terjadinya praktik adil dalam perdagangan pangan. Dalam

hal ini, pengertian standar codex juga termasuk pedoman (*guideline*) dan praktik yang baik atau kode praktik (*codes of practice*), batas maksimal residu (*maximum residue limit*) dan teks Codex yang lain, seperti dapat dilihat pada **Tabel 6.16**.

Tabel 6.16 Berbagai luaran Codex, yang secara umum sering disebut sebagai Standar Codex

Nama Output	Keterangan	Kegunaan	Jumlah (s/d Juli 2020) & Tautan
Standar	Standar umumnya berisi berbagai persyaratan khusus, baik kuantitatif maupun kualitatif, untuk produk atau kelompok produk.	Untuk pemerintah, industri dan konsumen umum	224 standar ( <a href="http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/">http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/</a> )
Pedoman ( <i>Guideline</i> )	Pedoman umumnya berupa berbagai persyaratan yang perlu dipenuhi supaya suatu tujuan khusus tertentu dapat dicapai. Pedoman ini utamanya ditujukan untuk pemerintah, khususnya untuk melakukan pembinaan dalam rangka mencapai tujuan khusus tertentu yang diinginkan.	Utamanya untuk pemerintah, guna keperluan pembinaan kepada industri	79 Pedoman ( <a href="http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/en/">http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/en/</a> )
Kode Praktik ( <i>Code of Practices</i> )	Praktik yang baik adalah berupa persyaratan praktik yang perlu dipenuhi, meliputi praktik produksi, pengolahan, pembuatan, transportasi, dan penyimpanan untuk produk atau kelompok produk, untuk memastikan keamanan dan kesesuaian pangan untuk dikonsumsi.	Utamanya untuk industri untuk memastikan proses produksi yang baik, dan pemerintah untuk melakukan pengawasan (dan pembinaan)	54 Kode Praktik ( <a href="http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/codes-of-practice/en/">http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/codes-of-practice/en/</a> )
Batas Maksimal Residu	<b>Batas Maksimal Residu (BMR)</b> berlaku untuk residu (i) <b>pestisida</b> (yaitu tingkat tertinggi dari residu pestisida yang secara hukum dapat ditoleransi dalam atau pada pangan atau pakan ketika pestisida diaplikasikan dengan benar sesuai dengan praktik pertanian yang baik), dan (ii) <b>obat hewan</b> (yaitu konsentrasi maksimal residu yang ditoleransi secara hukum dalam produk makanan yang diperoleh dari hewan yang telah menerima obat hewan).	Untuk pemerintah, industri dan konsumen umum	4846 BMR untuk 294 pestisida 610 BMR untuk 75 obat hewan <a href="http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/en/">http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/en/</a>

Berdasarkan Perjanjian SPS, standar Codex mempunyai status khusus, yaitu standar ini (termasuk pedoman, kode praktik, dan BMR) diberlakukan sebagai acuan/referensi untuk harmonisasi internasional. Dalam hal ini,

standar codex berfungsi sebagai teks dasar untuk memandu penyelesaian sengketa perdagangan internasional. Karena itu, WTO menyarankan kepada anggotanya untuk mendasarkan proses pengembangan dan penetapan keamanan pangan nasional masing-masing dengan menggunakan standar Codex sebagai acuan. Untuk penyelesaian sengketa, komite SPS dan TBT WTO tidak membedakan status standar, pedoman, dan kode praktik, yang semuanya disebut sebagai Teks Codex.

## 6.4.2 Analisis Risiko dalam Pengembangan Standar Codex

Proses pengembangan standar internasional CODEX selalu dilakukan berdasarkan pada ilmu pengetahuan (*science*) dengan pendekatan analisis risiko (baca subbab 6.3.2). Dalam kerangka analisis risiko, CAC berperan melaksanakan fungsi manajemen risiko, yang *output*-nya adalah standar. Kerangka analisis risiko dalam pengembangan standar internasional oleh CAC dapat dilihat pada (**Gambar 6.11**).

Dalam melakukan pekerjaannya mengembangkan standar internasional, CAC (sebagai manajer risiko) meminta pendapat dan rekomendasi ilmiah kepada lembaga pengkaji risiko (*risk assesor*), khususnya mengenai aspek keamanan pangan dan kesehatan masyarakat yang terkait dengan rencana pengembangan standar. Kajian risiko ini dilakukan oleh Organisasi Pertanian Dunia (*Food & Agricultural Organization of the United Nations*, FAO) dan Organisasi Kesehatan Dunia (*World Health Organization*, WHO). Dalam pelaksanaannya, FAO/WHO melakukan kajian risiko, dengan membentuk suatu komite ahli, yang dirancang khusus untuk tujuan khusus sesuai dengan kepentingan pengembangan standar. Komite ahli ini terdiri atas para ahli yang berperan sebagai ahli (spesialis) yang diakui secara internasional dan bertindak dalam kapasitas pribadi (bukan sebagai perwakilan pemerintah).

Sampai saat ini, pelaksanaan pengembangan standar di Codex didukung oleh empat komite ahli untuk memberikan pendapat dan saran ilmiah kepada Codex, yaitu JECFA, JMPR, JEMRA, JEMNU (**Tabel 6.17**). Komite ahli ini terdiri atas pakar independen yang dipilih untuk memberikan analisis dan pandangan ahlinya, dan boleh bekerja hingga lima tahun dan dalam kapasitas

pribadi (tidak mewakili negara). Prosedur pemilihan diatur dan dijalankan oleh FAO/WHO untuk memastikan keunggulan, kemandirian dan transparansi, untuk melakukan tugas memperkirakan risiko terhadap kesehatan manusia.



Gambar 6.11 Pelaksanaan analisis risiko di Codex

Tabel 6.17 Komite ahli yang dibentuk oleh FAO/WHO untuk melakukan kajian risiko secara internasional

Nama Komite Ahli	Bidang Kajian	Tautan
<i>The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives</i> (JECFA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kajian risiko bahan tambahan pangan, bahan penolong (<i>processing aids</i>), residu obat hewan dalam produk hewani, kontaminan dan racun alami;</li> <li>• Kajian paparan bahan kimia;</li> <li>• Penetapan spesifikasi dan metode analisis, definisi residu, proposal Batas maksimum Residu pada obat-obatan hewan;</li> <li>• Penetapan pedoman untuk penilaian keamanan bahan kimia dalam makanan yang relevan sesuai dengan kondisi terkini</li> </ul>	<a href="http://www.fao.org/food-safety/scientific-advice/jecfa/en/">http://www.fao.org/food-safety/scientific-advice/jecfa/en/</a>
<i>The Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues</i> (JMPR).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kajian risiko residu pestisida pada bahan pangan,</li> <li>• <i>Review</i> residu pestisida , termasuk aspek metode analisisnya,</li> <li>• Penetapan perkiraan batas maksimal residu,</li> <li>• <i>Review</i> data toksikologis, dan</li> <li>• Penetapan perkiraan asupan harian yang dapat diterima (<i>Acceptable Daily Intake</i>, ADI) residu pestisida.</li> </ul>	<a href="https://www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/jmpr/en/">https://www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/jmpr/en/</a>

Tabel 6.17 Komite ahli yang dibentuk oleh FAO/WHO untuk melakukan kajian risiko secara internasional (lanjutan)

Nama Komite Ahli	Bidang Kajian	Tautan
<i>The Joint FAO/WHO Expert Meeting on Microbiological Risk Assessment</i> (JEMRA).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kajian risiko mikrobiologi, khususnya mikroba patogen, meliputi:</li> <li>• Penilaian risiko untuk kombinasi patogen-komoditas;</li> <li>• Saran ahli tentang manajemen risiko mikrobiologis;</li> <li>• Pedoman dan metode untuk melakukan proses penilaian risiko mikrobiologis;</li> <li>• Pengembangan kapasitas dan transfer teknologi melalui kursus, lokakarya, dan penyediaan penilaian risiko dan alat manajemen risiko.</li> </ul>	<a href="http://www.fao.org/food-safety/scientific-advice/microbiological-risks-and-jemra/en/">http://www.fao.org/food-safety/scientific-advice/microbiological-risks-and-jemra/en/</a>
<i>The Joint FAO/WHO Expert Meetings on Nutrition</i> (JEMNU).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kajian risiko komponen gizi, khususnya untuk penetapan angka kecukupan gizi, kajian mengenai faktor konversi nitrogen-ke-protein untuk pangan berbasis kedelai, dll.</li> </ul>	<a href="https://www.who.int/nutrition/events/2019-JEMNU-meeting-16to17july/en/">https://www.who.int/nutrition/events/2019-JEMNU-meeting-16to17july/en/</a>

### 6.4.3 Tahapan Pengembangan Standar

Berdasarkan pendapat dan rekomendasi ilmiah dari Komite Ahli FAO/WHO (dalam hal ini hasil kajian dari JECFA, JMPR, JEMRA dan JEMNU), maka pengembangan standar kemudian dilakukan oleh komite Codex, yang masing-masing mempunyai tugas khusus sesuai dengan lingkup standar yang dikembangkan. Saat ini, codex memiliki 21 komite codex yang aktif (**Tabel 6.18**).

Di samping itu, terdapat satu Komite Eksekutif Codex (CCEXEC) yang bertugas sebagai organ Eksekutif dari CAC, khususnya pada saat CAC tidak sedang bersidang. CCEXEC terdiri atas Ketua, tiga Wakil Ketua, enam koordinator regional dan tujuh wakil terpilih dari berbagai kelompok geografis Codex. Secara khusus, CCEXEC dapat membuat proposal kepada CAC mengenai orientasi umum, rencana strategis, dan penyusunan program kerja CAC. Pada proses pengembangan standar, CCEXEC melaksanakan pengelolaan program Komisi pengembangan standar dengan melakukan tinjauan kritis (*critical review*) terhadap (i) proposal yang diajukan untuk melakukan pengembangan standar dan (ii) memantau kemajuan pengembangan standar yang sedang berlangsung.

Tabel 6.18 Komite yang aktif di *Codex Alimentarius Commission*

Lingkup Komite	Komite Codex
Komite Subjek Umum ( <i>General Subject Committees</i> ),	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Codex Committee on Contaminants in Foods</i> (CCCF)</li> <li>2. <i>Codex Committee on Food Additives</i> (CCFA)</li> <li>3. <i>Codex Committee on Food Hygiene</i> (CCFH)</li> <li>4. <i>Codex Committee on Food Import and Export Inspection and Certification Systems</i> (CCFICS)</li> <li>5. <i>Codex Committee on Food Labelling</i> (CCFL)</li> <li>6. <i>Codex Committee on General Principles</i> (CCGP)</li> <li>7. <i>Codex Committee on Methods of Analysis and Sampling</i> (CCMAS)</li> <li>8. <i>Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses</i> (CCNFSDU),</li> <li>9. <i>Codex Committee on Pesticide Residues</i> (CCPR), dan</li> <li>10. <i>Codex Committee on Residues of Veterinary Drugs in Foods</i> (CCRVDF)</li> </ol>
Komite Komoditas ( <i>Commodity Committees</i> ),	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Codex Committee on Cereals, Pulses and Legumes</i> (CCCPL)</li> <li>2. <i>Codex Committee on Fresh Fruits and Vegetables</i> (CCFFV)</li> <li>3. <i>Codex Committee on Fats and Oils</i> (CCFO)</li> <li>4. <i>Codex Committee on Processed Fruits and Vegetables</i> (CCPFV) dan</li> <li>5. <i>Codex Committee on Spices and Culinary Herbs</i> (CCSCH)</li> </ol>
Komite Wilayah ( <i>Regional Committees</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>FAO/WHO Coordinating Committee for Africa</i> (CAFRICA)</li> <li>2. <i>FAO/WHO Coordinating Committee for Asia</i> (CASIA)</li> <li>3. <i>FAO/WHO Coordinating Committee for Europe</i> (CEURO)</li> <li>4. <i>FAO/WHO Coordinating Committee for Latin America and the Caribbean</i> (CCLAC)</li> <li>5. <i>FAO/WHO Coordinating Committee for North America and South West Pacific</i> (CCNASWP)</li> <li>6. <i>FAO/WHO Coordinating Committee for Near East</i> (CCNE).</li> </ol>

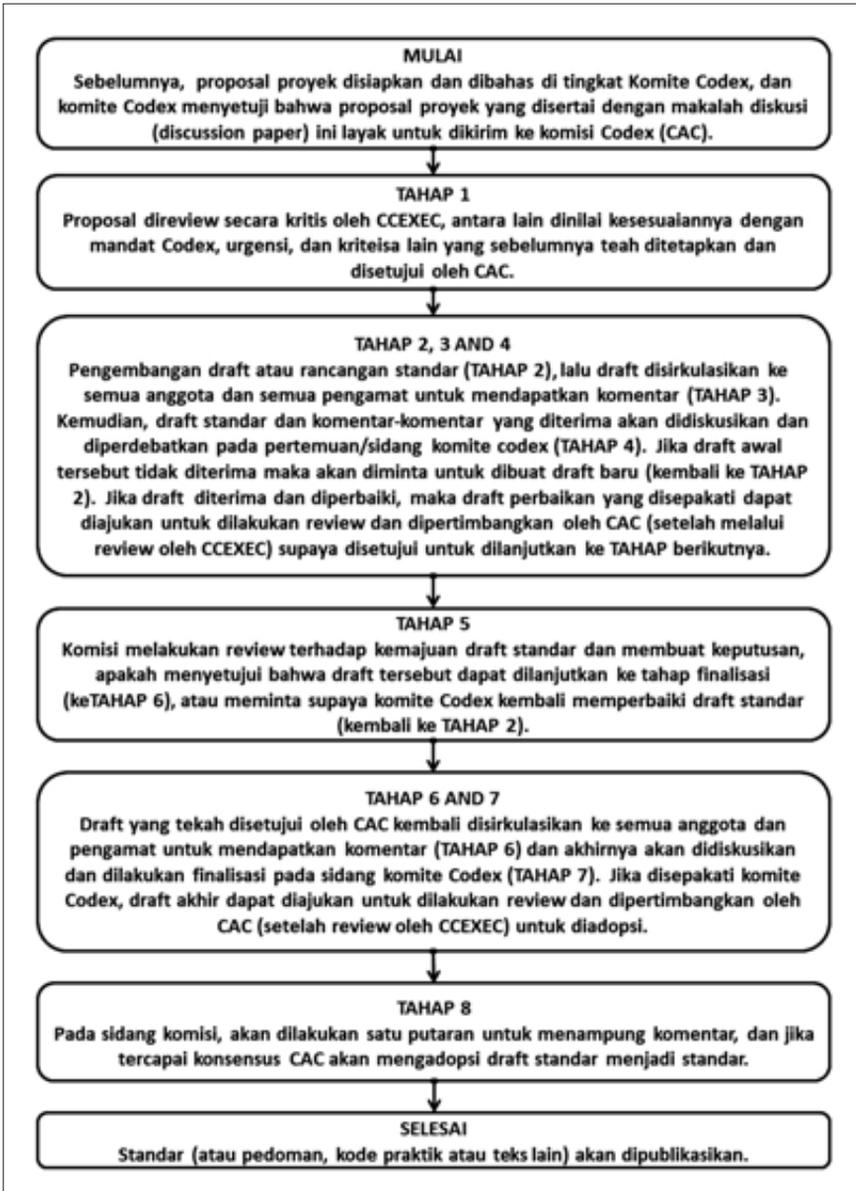
CAC akan menugaskan komite codex yang sesuai bergantung dari ruang lingkup standar yang akan dikembangkan. Pembahasan mengenai standar pelabelan, misalnya, akan dibahas pada CCFL, sedangkan standar mengenai susu formula akan dibahas di CCNFSDU, dan seterusnya. Semua aspek dan prosedur untuk mengembangkan standar didefinisikan dengan baik, terbuka dan transparan dan dipublikasikan dalam buku CAC *Procedural Manual* yang selalu disesuaikan dengan perubahan dan perbaikan yang ada (Codex 2019).

Setiap negara anggota (anggota Codex) dapat membuat proposal untuk pengembangan standar baru atau pun untuk merevisi standar yang lama. Dalam proposal ini, negara pengusul perlu melengkapinya dengan makalah diskusi (*discussion paper*) yang menguraikan apa yang diharapkan akan dicapai oleh standar yang diusulkan, dilengkapi dengan data-data yang diperlukan. Negara pengusul juga perlu menyampaikan dokumen proyek (*Project document*) yang menunjukkan kerangka waktu untuk pengerjaannya, serta alasan mengapa pekerjaan ini perlu mendapatkan prioritas untuk dikerjakan.

Setelah mendapatkan proposal tersebut (lengkap dengan makalah diskusi dan dokumen proyek), maka *review* kritis (*critical review*) terhadap dokumen proyek akan dilakukan oleh CCEXEC, dan hasilnya akan dibawa ke sidang Komisi CAC. Pada sidang CAC diputuskan apakah standar yang diusulkan tersebut dapat disetujui untuk dikembangkan. Pada tahap ini, CAC (dan CCEXEC) dapat dikatakan sedang melakukan analisis sesuai dengan kerangka analisis dampak regulasi (ADR, baca subbab 6.3.3 dan **Gambar 6.8**). Jika manfaatnya jauh lebih besar dari pada biayanya, maka CAC akan menyetujui proposal tersebut.

Jika disetujui, maka tahap berikutnya adalah tahap elaborasi standar. Pada tahap ini akan dibuat rancangan standar yang diusulkan, yang akan diatur oleh Sekretariat Komisi dan diedarkan kepada pemerintah anggota, organisasi pengamat dan komite Codex lainnya untuk dua putaran komentar dan saran perbaikan. Proses elaborasi standar dapat memakan waktu beberapa tahun dan jika konsensus telah tercapai, maka rancangan standar dapat diadopsi oleh Komisi (CAC), untuk diberlakukan.

Secara total, proses umum pengembangan standar ini terdapat delapan tahap, yang perinciannya diilustrasikan pada **Gambar 6.12**. Untuk informasi lebih detail tentang bagaimana proses pengembangan standar internasional ini, silakan dirujuk *Codex Alimentarius Commission, Procedural Manual*, edisi terakhir (Codex 2019). Pada akhirnya, sebagai bentuk transparansi, standar Codex yang baru diadopsi akan ditambahkan ke daftar Codex Alimentarius dan diterbitkan di situs web Codex (<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/>) (lihat tautan pada **Tabel 6.16**).



Gambar 6.12 Delapan (8) tahap Pengembangan standar Codex

## 6.4.4 Penanganan Codex di Indonesia

Codex Indonesia adalah suatu wadah yang dibentuk untuk mengoordinasikan kegiatan Codex di Indonesia dan mempunyai tugas pokok mengidentifikasi, membahas dan menetapkan kebijakan serta posisi Indonesia di forum CAC. Organisasi Codex Indonesia dibentuk berdasarkan kesepakatan bersama antara instansi pemerintah yang terkait dengan bidang keamanan pangan dan perdagangan pangan, yaitu Kementerian Pertanian, Kementerian Kesehatan, Kementerian Perindustrian, Kementerian Perdagangan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, BPOM dan BSN, serta melibatkan Kementerian Luar Negeri.

Organisasi Codex Indonesia terdiri atas Panitia Nasional Codex Indonesia, Kelompok Kerja Codex Indonesia (KK), *Mirror Committee* (MC), dan Sekretariat *Codex Contact Point* (CCP). Struktur Organisasi Codex Indonesia secara lengkap, diuraikan pada **Gambar 6.13**.

Keanggotaan Organisasi Codex Indonesia ditetapkan melalui Keputusan Kepala BSN selaku Ketua Komisi Nasional Codex Indonesia. Komisi Nasional Codex mempunyai tugas dan fungsi sebagai berikut: (a) Kebijakan makro penanganan Codex Indonesia; (b) Kebijakan dalam penetapan posisi Indonesia; (c) Kebijakan dalam penetapan program kerja, termasuk program pemanfaatan kerjasama terkait kegiatan Codex dan tindak lanjut hasil sidang Codex; dan (d) Kebijakan dalam penetapan atau perubahan koordinator *Mirror Committee*.

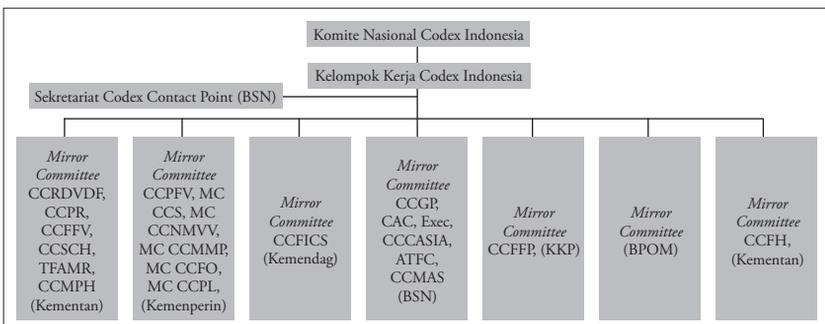
Kelompok Kerja Codex Indonesia diketuai oleh salah satu anggota Kelompok Kerja Codex Indonesia yang berasal dari instansi pemerintah selaku regulator di 46 bidang pangan yang dipilih secara bergantian dengan masa jabatan maksimal dua tahun, dengan tugas dan fungsi sebagai berikut: (1) Membuat rencana makro penanganan Codex Indonesia; (2) Menyusun rencana kerja tahunan dan mengevaluasi hasilnya; (3) Mengidentifikasi program kerjasama Codex yang dapat dimanfaatkan oleh Indonesia dan melaporkan kepada Komisi Nasional Codex Indonesia; (4) Membahas hal-hal teknis terkait isu penting yang dibahas dalam forum Codex termasuk hasil sidang Codex; (5) Melakukan verifikasi rancangan posisi Indonesia untuk

sidang Codex, bila diperlukan; dan (6) Melakukan kaji ulang pelaksanaan Pedoman Penanganan Codex Indonesia dan hasilnya dilaporkan kepada Komisi Nasional Codex Indonesia untuk tindak lanjutnya.

Koordinator *Mirror Committee* dijabat oleh pejabat setingkat Eselon II dari instansi pemerintah yang terkait, yaitu dari Kementerian Pertanian, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Kementerian Perindustrian, Kementerian Perdagangan, Kementerian Kesehatan, BPOM dan Badan Standardisasi Nasional; Anggota, terdiri atas perwakilan instansi pemerintah, lembaga penelitian, industri, asosiasi industri di bidang pangan, lembaga konsumen, pakar/ahli, dengan komposisi yang seimbang.

Tugas dan fungsi Koordinator *Mirror Committee* adalah: (1) Membuat program pembahasan dalam rapat *Mirror Committee*; (2) Mengkoordinasikan dan menyelenggarakan pembahasan teknis substansi yang akan, sedang dan telah dibahas dalam Sidang Codex untuk menyusun rancangan posisi Indonesia maupun mempersiapkan bahan dan/atau data dalam rangka pembahasan posisi, termasuk data pendukung yang digunakan pada sidang Codex; (3) Mensosialisasikan hasil sidang sesuai bidang *Mirror Committee*-nya; (4) Mengelola dokumentasi kesekretariatan *Mirror Committee*, terutama dokumen sidang Codex, posisi Indonesia pada sidang Codex dan dokumen hasil kegiatan organisasi Codex Indonesia yang terkait.

Sekretariat *Codex Contact Point* (CCP) mempunyai tugas dan fungsi sebagai penghubung antara Sekretariat Codex dan pemerintah Indonesia serta mengkoordinasikan kegiatan Codex yang relevan di Indonesia.



Gambar 6.13 Struktur Organisasi Codex Indonesia

## 6.5 Ringkasan

1. Tujuan dari peraturan atau regulasi pangan adalah untuk memberikan perlindungan konsumen, yaitu memastikan bahwa produk pangan yang diperdagangkan dalam kondisi murni dan bersih dari cemaran, aman dikonsumsi, dan diproduksi dengan cara yang higienis. Regulasi pangan juga dimaksudkan untuk mencegah impor dan distribusi pangan yang mengandung unsur pemalsuan, penulisan label yang menyesatkan atau bahkan tidak benar, dan mendukung terciptanya perdagangan yang adil.
2. Bentuk regulasi dapat berupa undang-undang yang diikuti dengan sejumlah peraturan di bawahnya yang diperlukan untuk implementasinya dalam kegiatan di perdagangan, industri, dan kegiatan sosial di masyarakat baik di dalam negeri maupun di luar negeri.
3. Regulasi produk pangan dapat berupa pedoman pelaksanaan (*good practices*), batas maksimal penggunaan bahan tambahan pangan maupun cemaran pada pangan, dan standar mutu produk maupun kehalalan produk pangan.
4. Peraturan di bidang pangan umumnya difokuskan untuk mengatur hal-hal seperti identitas produk pangan, penggunaan bahan tambahan pangan, penjaminan keamanan pangan, pelabelan pangan secara umum, pencantuman klaim, informasi nilai gizi, dan penjaminan kehalalan produk pangan.
5. Proses pembentukan peraturan atau regulasi pangan perlu mengikuti kode praktik yang baik, yang meliputi prinsip-prinsip (i) keterbukaan; (ii) transparansi; (iii) konsensus dan tidak memihak; (iv) efektivitas dan relevansi; (v) koherensi; dan (vi) berdimensi pengembangan. Peraturan yang baik juga perlu disusun berdasarkan pada risiko, dengan pendekatan analisis risiko, yang terdiri atas kajian risiko, manajemen risiko dan komunikasi risiko.

6. Untuk memastikan dihasilkannya peraturan yang efektif dan efisien, maka dilakukan analisis dampak regulasi (ADR) atau *regulatory impact assessment* (RIA). Berdasarkan hasil ADR, maka peraturan terpilih adalah peraturan yang efektif (mampu mencapai tujuan yang diinginkan) dan efisien (mampu mencapai tujuan dengan biaya total terendah, bagi semua pemangku kepentingan).
7. *Codex Alimentarius Commission* (CAC) adalah suatu organisasi antar pemerintah (Intergovernmental), didirikan oleh FAO dan WHO pada tahun 1963, dengan tugas melaksanakan program bersama FAO/WHO untuk pengembangan standar pangan.
8. Selain standar, CAC juga menghasilkan pedoman (*guideline*) dan praktik-praktik yang baik atau Kode Praktik (*codes of practice*) dan Batas Maksimal Residu (*Maximum Residue Limit*) dan teks Codex yang lain, yang semuanya sering disebut sebagai standar.
9. Kajian risiko untuk keperluan pengembangan standar Codex dilakukan oleh komite ahli yang dibentuk FAO/WHO.
10. Proses pengembangan standar Codex dilakukan dengan mengikuti proses delapan tahap, yang mulai dengan proses *review* kritis (Tahap 1), elaborasi standar putaran pertama (Tahap 2, 3, 4), tahap persetujuan oleh CAC (Tahap 5) dan elaborasi standar putaran kedua (Tahap 6 dan 7), dan kesimpulan (Tahap 8). Bentuk regulasi dapat berupa undang-undang yang diikuti dengan sejumlah peraturan di bawahnya yang diperlukan untuk implementasinya dalam kegiatan di perdagangan, industri, maupun kegiatan sosial di masyarakat baik di dalam negeri maupun di luar negeri.

## 6.6 Pustaka

- [Bapennas] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2015. *Strategi Nasional Reformasi Regulasi 2015–2025*. Bapennas, Jakarta [Bapennas].
- [Bapennas] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2009. *Manual RIA (Regulatory Impact Assessment): Prakarsa Strategis Menilai Dampak Regulasi Pemerintah*. Bapennas. Kementerian Negara PPN/ Bapennas, Jakarta.

- [BPOM) Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2016. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 tentang Acuan Label Gizi. BPOM, Jakarta
- [BPOM) Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2016. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim Pada Label dan Iklan Pangan Olahan. BPOM, Jakarta.
- [BPOM) Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2016. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2019 tentang Kategori Pangan. BPOM, Jakarta.
- [BPOM) Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2018. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2018 tentang Batas Maksimal Cemaran Kimia pada Pangan Olahan. BPOM, Jakarta.
- [BPOM) Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2019. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 tentang Bahan Tambahan Pangan. BPOM, Jakarta.
- [BPOM) Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2019. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2019 tentang Informasi Nilai Gizi pada label Pangan Olahan. BPOM, Jakarta.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2017. Panduan Kerja Codex Revisi-1. Direktorat Standardisasi Produk Pangan. BPOM. Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2014. Pedoman Standardisasi, Edisi Kedua. BSN, Jakarta.
- [CAC] Codex Alimentarius Commission. 2019. Codex Alimentarius Commission, Procedural Manual, Twenty-seventh edition, FAO/WHO, Rome, 2019)
- [Kemendag] Kementerian Perdagangan. Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2018 tentang Ketentuan Ekspor dan Impor Beras. Kemendag, Jakarta.

- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2011. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 8 tahun 2011 tentang Pengawasan Keamanan Pangan terhadap Pemasukan dan Pengeluaran Pangan Segar Asal Tumbuhan. Kementan, Jakarta.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2017. Keputusan Kepala Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan Nomor 37 Tahun 2017 tentang Petunjuk Teknis Surveilans Kesegaran Ikan, Residu, Bahan Berbahaya, Racun Hayati Laut, dan Lingkungan Perairan. Kementan, Jakarta.
- Kementerian Negara PPN/Bappenas, 2011. Pengembangan dan Implementasi Metode *Regulatory Impact Analysis* (RIA) untuk Menilai Kebijakan (Peraturan dan Non Peraturan) di Kementerian PPN/Bappenas. Biro Hukum Kementerian Ppn/ Bappenas. Jakarta.
- Keputusan Presiden Nomor 103 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Non Departemen.
- Nugraha W. 2018. Fungsi Legislasi Menurut Undang-Undang Dasar Tahun 1945 (Studi Kasus Badan Legislasi DPR RI Periode 2004-2009). *Binamulia Hukum*, 7 (2). Desember 2018. Tersedia pada <https://media.neliti.com/media/publications/275413-fungsi-legislasi-menurut-undang-undang-d-cdc58d09.pdf>.
- [OECD] Organisation for Economic Co-operation and Development. 2014. *OECD Regulatory Compliance Cost Assessment Guidance*, OECD Publishing. [http:// dx.doi.org/10.1787/9789264209657-en](http://dx.doi.org/10.1787/9789264209657-en).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2005 tentang Keamanan Hayati Produk Rekayasa Genetik.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2007 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berlaku Di Departemen Perindustrian.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 69 Tahun 1999 tentang Label Dan Iklan Pangan.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2019 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang nomor 33 Tahun 2014 Tentang Jaminan Produk Halal.

Peraturan Presiden Nomor 87 Tahun 2014 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-undang Nomor 12 Tahun 2011 Tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan.

Sumarto, Hariyadi P, Purnomo EH. 2014. Kajian proses perumusan standar dan peraturan keamanan pangan di indonesia. *Pangan*. 23(2): 108-119.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan.

Undang Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2011 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal.

[WTO] World Trade Organization. The WTO Agreements Series, Technical Barriers to Trade. Tersedia pada [https:// www.wto.org/english/res\\_e/publications\\_e/ tbttotrade\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/tbttotrade_e.pdf).

## Latihan

**Petunjuk:** Untuk memahami materi pada Bab 6 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Undang-undang yang menjadi acuan dalam penyusunan Peraturan Pemerintah Nomor 69 Tahun 1999 (Label dan Iklan Pangan) adalah:
  - a. Undang-undang Nomor 18 Tahun 2012

- b. Undang-undang Nomor 8 Tahun 1999
  - c. Undang-undang Nomor 7 Tahun 1996
  - d. Undang-undang Nomor 33 Tahun 2014
2. Lembaga negara yang menetapkan peraturan tentang Label dan Iklan Pangan sebagai amanah dari Undang-undang Pangan adalah:
    - a. Presiden
    - b. Menteri Kesehatan
    - c. Kepala Badan POM
    - d. Dewan Perwakilan Rakyat
  3. Mana yang tersebut di bawah ini yang termasuk kelompok standar mutu:
    - a. Batas maksimal pengawet sodium sorbat
    - b. Cara produksi pangan olahan yang baik
    - c. SNI susu bubuk
    - d. Batas maksimal residu cemaran pestisida
  4. Mana berikut ini yang benar tentang hierarki peraturan di Indonesia:
    - a. Peraturan Menteri diamanahkan oleh Undang-undang
    - b. Peraturan Presiden diamanahkan oleh Undang-undang
    - c. Peraturan Pemerintah lebih tinggi tingkatannya dari Peraturan Menteri
    - d. Peraturan Menteri tidak harus terkait dengan Undang-undang
  5. Penetapan peraturan bahan tambahan pangan, maka harus menerapkan prinsip:
    - a. Analisis biaya
    - b. Studi banding
    - c. Analisis risiko
    - d. Kajian kelayakan usaha

6. Mana yang benar mengenai peraturan penggunaan bahan tambahan pangan (BTP):
  - a. Penggunaan BTP oleh industri pangan di Indonesia mengikuti rekomendasi Codex
  - b. Penggunaan BTP harus merujuk pada kategori pangan yang dicakup dalam peraturan tersebut
  - c. BTP yang dinyatakan diizinkan berarti boleh digunakan untuk seluruh produk pangan
  - d. Peraturan BTP yang berlaku merujuk pada Permenkes No. 722 tahun 1988
7. Data berikut digunakan sebagai pertimbangan dalam penentuan batas maksimal residu untuk cemaran pangan oleh *risk manager* (pemerintah):
  - a. Nilai ADI
  - b. Maximum level
  - c. Nilai PTWI
  - d. Hasil kajian JECFA
8. Peraturan Pemerintah tentang Keamanan Pangan yang saat ini berlaku
  - a. PP Nomor 28 Tahun 2004
  - b. PP Nomor 86 Tahun 2019
  - c. PP Nomor 17 Tahun 2015
  - d. PP Nomor 69 Tahun 1999
9. Industri pengolahan pangan harus memenuhi persyaratan sanitasi dan higiene dalam proses produksi pangan sebagai persyaratan minimal dalam bentuk penerapan :
  - a. Cara produksi pangan olahan yang baik (CPPOB)
  - b. Prosedur produksi pangan olahan pangan
  - c. Cara penanganan bahan baku pangan yang baik
  - d. Registrasi pangan olahan

10. Badan di Codex yang menyusun standar mikrobiologi:
  - a. JECFA
  - b. JEMNU
  - c. JMPR
  - d. JEMRA

## Tugas Mandiri (*Challenge Questions*)

1. Jelaskan perbedaan kewenangan dalam melakukan regulasi pangan dari Kementerian Pertanian, Kementerian Kelautan dan Perikanan, dan Badan Pengawas Obat dan Makanan.
2. Dalam penulisan informasi nilai gizi pada label suatu produk pangan kemasan jika dituliskan berat bersih isi kemasan 110 g, ukuran takaran saji adalah 30 g (per sajian), berapa jumlah sajian per kemasan yang harus dituliskan pada label ?
3. Dalam label informasi nilai gizi suatu produk pangan dituliskan sbb: (a) ukuran takaran sajinnya adalah 100 g (per sajian), (b) lemak total = 1 g, (c) protein = 7 g, dan (d) karbohidrat total = 80 g, berapakah nilai energi total per sajian yang harus dituliskan ?
4. Jelaskan mengapa SNI untuk beberapa produk pangan ada yang bersifat wajib ! Berikan empat contohnya.
5. Jelaskan enam prinsip pada kode praktik yang baik, yang digunakan untuk pengembangan SNI !
6. Jelaskan perbedaan antara bahaya (*hazard*) dan risiko (*risk*)!
7. Jelaskan mengapa pendekatan Analisis Dampak Regulasi (ADR) atau *Regulatory Impact Assessment (RIA)* dapat menghasilkan peraturan atau regulasi yang lebih baik !
8. Sebutkan dan jelaskan tahapan ADR !
9. Sebutkan dan jelaskan lingkup kerja Komite Ahli yang dibentuk oleh FAO/WHO untuk mendukung pengembangan standar Codex.
10. Sebutkan dan jelaskan tahap proses pengembangan standar Codex.

## Bab

# 7

# Pengolahan Data dan Analisis Statistika

*Abdullah Muzi Marpaung dan Zainal*

## 7.1 Pendahuluan

Sebagai seorang ahli teknologi pangan, kompetensi yang harus dimiliki adalah mengolah informasi berdasarkan data, baik data kualitatif maupun data kuantitatif. IFT (2018) merekomendasikan cakupan kemampuan analisis data dan statistika sebagai ranah kompetensi inti untuk program pendidikan teknologi pangan, khususnya dalam menerapkan prinsip statistika di bidang ilmu pangan, menerapkan teknik pengumpulan dan analisis data yang sesuai, mengonstruksi data secara visual, menginterpretasikan dan menyimpulkannya.

Analisis dan interpretasi data secara statistika dimulai dari proses pengumpulan data melalui penelitian ilmiah. Data diproses dengan berbagai cara, seperti dikelompokkan, diurutkan, dipasangkan, dijumlahkan, dirata-ratakan, dan lain-lain, sehingga menjadi informasi. Bagaimana data dikumpulkan, dianalisis, ditampilkan dan digunakan sebagai informasi untuk menyimpulkan, menentukan pilihan, atau menyelesaikan persoalan, dipelajari dalam cabang ilmu matematika yang disebut dengan statistika. Atau secara ringkas statistika dapat disebut sebagai ilmu untuk mengubah data menjadi informasi. Sementara itu, dikenal pula istilah **statistik** yang berarti kumpulan fakta berupa angka yang disusun dalam tabel atau daftar untuk menggambarkan suatu persoalan.

## 7.2 Jenis Data

Apabila seseorang hendak mempelajari satu jenis daun, maka terdapat berbagai data yang dapat diperoleh, seperti warna, bentuk, jumlah ruas, panjang, lebar, tebal daun, dan lain-lain. Jika seseorang menganalisis daun tersebut di laboratorium, maka ia dapat memperoleh data lebih banyak seperti kadar air, klorofil, protein, serat, lemak, mineral dari daun, dan lain-lain.

Secara garis besar data dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu data berupa bukan angka (**non-numerik**) dan berupa angka (**numerik**). Data non-numerik sering pula disebut dengan data kualitatif, sedangkan data numerik disebut dengan data kuantitatif. Pada sehelai daun tadi, warna dan bentuk adalah data non-numerik, sedangkan jumlah ruas, panjang, lebar, dan tebal merupakan data numerik.

Data non-numerik terdiri atas dua jenis, yaitu **data nominal** dan **data ordinal**. Data nominal adalah data pada objek yang tidak menggambarkan peringkat objek tersebut terhadap objek yang lain. Misalkan daun berwarna hijau, sedangkan bunga berwarna merah. Dengan demikian, warna adalah data nominal yang dapat dibedakan tetapi tidak dapat diurutkan dan dibandingkan. Contoh data nominal yang lain adalah gender (lelaki-perempuan), kehadiran (hadir-tidak hadir), eksistensi (ada-tidak ada), dan lain-lain.

Jika seseorang mengamati beberapa daun dan melihat bahwa warna hijau daun yang satu lebih pekat daripada yang lain, maka dapat dibuat perbandingan, misalkan kurang pekat, pekat, dan lebih pekat. Data non-numerik seperti ini disebut dengan data ordinal, yaitu tidak ada angka, tetapi peringkat. Contoh lain dari data ordinal adalah jenjang pendidikan, kasta, jabatan di suatu perusahaan, dan lain-lain. Secara singkat dapat dinyatakan bahwa semua data non numerik yang dapat diberi peringkat dikelompokkan sebagai data ordinal.

Ada dua jenis data numerik, yaitu **data diskrit** dan **data kontinu**. Data diskrit tidak dapat menempati semua nilai, selalu bilangan bulat dan umumnya diperoleh dari hasil pencacahan. Contohnya pada daun adalah jumlah ruas. Contoh lainnya adalah jumlah jari tangan, jumlah tegel dalam suatu ruangan, dan jumlah sisi atas koin yang muncul dalam 100 kali lemparan. Sebaliknya,

data kontinu dapat menempati semua nilai yang ada di antara dua titik dan umumnya diperoleh dari hasil pengukuran. Contohnya adalah panjang, lebar, kadar air, dan kadar klorofil daun.

Data kontinu masih terbagi lagi menjadi dua, yaitu data interval dan data rasio. Data interval dapat diurutkan atau diperingkatkan, ditambahkan atau dikurangkan, namun tidak dapat dibagi untuk mendapatkan suatu rasio. Contoh yang paling mudah adalah suhu dalam derajat Celsius. Suhu  $50^{\circ}\text{C}$  lebih hangat daripada suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan antara keduanya adalah  $25^{\circ}\text{C}$ . Namun demikian, kita tidak dapat menyatakan bahwa  $50^{\circ}\text{C}$  dua kali lebih hangat daripada  $25^{\circ}\text{C}$ . Penanda lain dari data interval adalah tidak adanya nilai 0 sejati. Nilai 0 bukanlah nilai terendah dan nilai negatif dimungkinkan, seperti yang ditunjukkan oleh suhu dalam derajat Celsius atau Fahrenheit. Data rasio adalah data yang diperoleh dengan cara pengukuran, yang jarak dua titik pada skala sudah diketahui, dan mempunyai titik nol yang absolut. Contohnya adalah berat dan tinggi dapat dibagi untuk mendapatkan rasio yang bermakna. Misalkan, 4 kg adalah dua kali lebih berat daripada 2 kg, atau 6 meter adalah tiga kali lebih panjang daripada 2 meter.

### 7.3 Statistika Deskriptif

Ada kalanya informasi yang diperoleh dari kumpulan data hanya berguna sebatas untuk menerangkan keadaan, fenomena, atau persoalan dan tidak dapat digunakan untuk memperkirakan keadaan di masa yang akan datang atau keadaan pada lingkup yang lebih besar. Misalkan seorang dosen mendapatkan gambaran bahwa 20% mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan pada semester tertentu berkaca mata. Kita tidak dapat menggunakan data ini untuk memperkirakan berapa banyak mahasiswa berkacamata di seluruh program studi di universitas tersebut dan tidak dapat pula digunakan untuk memperkirakan berapa banyak mahasiswa berkacamata di tahun-tahun mendatang. Statistika yang berguna hanya untuk merangkum dan menggambarkan keadaan seperti ini disebut dengan **statistika deskriptif**. Paling tidak ada tiga ukuran yang dapat diperoleh melalui statistika deskriptif, yaitu nilai pusat dan letak, simpangan, dan data proporsi.

### 7.3.1 Ukuran Nilai Pusat dan Letak

Pertanyaan yang secara umum muncul ketika seseorang dalam menghadapi data berupa sekumpulan nilai adalah apakah ada satu nilai yang dapat mewakili kumpulan nilai tersebut? Pertanyaan ini membawa kepada gagasan untuk memformulasikan nilai-nilai pusat seperti **rata-rata** (*mean*), **median** dan **modus**, serta nilai-nilai letak seperti **kuartil**, **desil**, dan **persentil**. Inilah yang disebut dengan nilai pusat dan letak.

Nilai rata-rata atau *mean* ( $\bar{x}$ ) adalah ukuran nilai yang paling sering digunakan. Rata-rata diperoleh dengan cara menjumlahkan seluruh data dan hasilnya dibagi dengan jumlah data. Ukuran nilai pusat yang juga sering dipakai adalah median, yaitu nilai yang tepat berada di tengah jika data disusun dari yang paling kecil ke yang paling besar. Ukuran lain adalah modus, yaitu nilai yang paling sering muncul. Suatu kumpulan data dapat memiliki rata-rata, median, dan modus yang sama nilainya. Contohnya, deretan nilai 1, 2, 3, 3, 4, 5 memiliki mean, median, dan modus yang sama, yaitu 3.

Ukuran nilai letak yang sering digunakan adalah kuartil, desil dan persentil. Untuk mendapatkan kuartil maka kumpulan data dibagi menjadi empat. Nilai yang berada pada posisi seperempat pertama menjadi kuartil pertama dan seterusnya. Misalkan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 memiliki kuartil pertama sama dengan 2 dan kuartil ketiga sama dengan 6. Kuartil kedua sama dengan median. Dengan cara yang sama data dapat dibagi 10 untuk mendapatkan desil dan dibagi 100 untuk mendapatkan persentil.

### 7.3.2 Ukuran Simpangan

Ukuran nilai tengah atau letak belum memadai untuk memberikan gambaran atas objek yang dipelajari. Dua kumpulan data masing-masing dengan rata-rata yang sama belum tentu merupakan dua kumpulan data yang serupa. Sebagai contoh, kumpulan data pertama (6, 7, 8) dan data kedua (1, 7, 13) memiliki mean dan median yang sama, yaitu 7. Namun, kedua kumpulan data tersebut memiliki variasi yang tidak setara. Oleh karena itu, diperlukan ukuran lain untuk menggambarkan variasi atau sebaran data yang

disebut dengan ukuran simpangan. Ukuran simpangan yang paling sederhana adalah **rentang** atau jangkauan. Sementara itu, ukuran simpangan yang sering digunakan adalah **varian** dan **simpangan baku**.

Rentang adalah selisih antara nilai tertinggi dan nilai terendah pada suatu kumpulan data. Data pertama pada contoh tadi memiliki rentang 2, sedangkan data kedua memiliki rentang 12.

Varian dan simpangan baku pada dasarnya mengukur selisih setiap nilai data ( $x_i$ ) dengan nilai rata-ratanya ( $\bar{x}$ ). Varian ( $S_x^2$ ) diperoleh melalui persamaan 7.1. Simpangan baku ( $S_x$ ) merupakan akar dari varian. Pada contoh di atas, maka kumpulan data pertama memiliki varian 1, sedangkan kumpulan data kedua memiliki varian 36.

$$\text{Varian } (S_x^2) = \frac{1}{n} + \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \tag{7.1}$$

Pada umumnya varian dan simpangan baku telah memadai untuk melihat perbedaan sebaran pada dua atau lebih kumpulan data. Namun, ada kalanya diperlukan ukuran yang lebih seksama. Sebagai contoh adalah tiga kumpulan atau kelompok data berikut ini.

Kelompok 1: 2, 4, 5, 2, 5, 6, 4, 7, 1

Kelompok 2: 1, 3, 6, 3, 5, 6

Kelompok 3: 2, 4, 6

Ketiga kelompok data ini memiliki rata-rata yang sama, yaitu 4,0 dan simpangan baku yang sama pula, yaitu 2,0. Perbedaannya, kelompok data pertama terdiri atas sembilan data, kelompok kedua enam data, dan kelompok ketiga tiga data. Perbedaan ketiganya dapat dilihat dengan suatu ukuran yang disebut dengan **galat baku** (*standard error*, SE). Galat baku dirumuskan simpangan baku dibagi akar dari jumlah data ( $n$ ) (persamaan 7.2).

$$\text{Galat baku (SE)} = (S_x / \sqrt{n}) \tag{7.2}$$

Kelompok data pertama, kedua, dan ketiga pada contoh tadi masing-masing memiliki galat baku 0,7; 0,8; dan 1,2.

### 7.3.3 Data Proporsi

Ada kalanya suatu kumpulan data dijumpai dalam bentuk **proporsi**. Misalkan seseorang memiliki 20 buah jeruk. 13 di antaranya bermutu baik, dan 7 lainnya cacat. Maka proporsi jeruk bermutu baik ( $p$ ) adalah  $13/20 = 0,65$ , dan proporsi jeruk cacat ( $q$ ) adalah  $7/20 = 0,35$ . Atau dapat pula dinyatakan bahwa  $q = 1-p$ . Ukuran untuk data proporsi adalah sebagai berikut (persamaan 7.3). Pada contoh jeruk tadi, maka  $\bar{x} = 0,65$ ;  $S_x^2 = 0,2275$ ;  $S_x = 0,4770$  dan  $SE = 0,1067$ .

$$\bar{X}=p;S_x^2=p.q;SE=\sqrt{\frac{p.q}{n}} \quad (7.3)$$

## 7.4 Statistika Inferensial dan Model Probabilitas

Sering seseorang mengumpulkan data tidak hanya untuk menggambarkan keadaan, namun untuk memperkirakan, menyimpulkan dan menentukan pilihan. Misalkan sebuah perusahaan ingin mengetahui mana di antara dua formula produk yang dihasilkan yang lebih disukai konsumen. Hampir mustahil bagi perusahaan tersebut untuk melakukan survei terhadap semua konsumen. Yang paling mungkin dilakukan adalah dengan melakukan survei terhadap sejumlah tertentu konsumen, atau disebut dengan sampel. Hasil survei tersebut digunakan untuk menggambarkan atau memperkirakan keadaan atau pilihan dari keseluruhan konsumen, atau disebut dengan populasi. Pengumpulan dan pengolahan data untuk tujuan seperti ini disebut dengan **statistika inferensial**.

Terlihat jelas bahwa di dalam statistika inferensial seseorang akan melakukan perkiraan atau estimasi. Agar estimasi tersebut mendekati kenyataan yang sebenarnya, maka perlu terlebih dahulu untuk memahami dan memperhitungkan peluang. Misalkan dalam contoh survei tadi, katakanlah dari 500 konsumen yang disurvei formula A dipilih oleh sedikit lebih banyak konsumen daripada formula B. Apakah perusahaan dapat memutuskan bahwa formula A lebih disukai dibandingkan dengan formula B? Atau apakah hasilnya

akan berbeda jika perusahaan melakukan survei lagi dengan 500 konsumen yang berbeda? Atau dengan kata lain, apakah kebetulan saja formula A dipilih oleh lebih banyak konsumen atau formula A benar-benar lebih disukai oleh konsumen?

Untuk itu, sebelum menerapkan statistika inferensial lebih jauh, kita lebih baik mempelajari peluang dan distribusi peluang. Banyak jenis distribusi peluang yang dikenal di dalam statistika, namun di dalam buku ini hanya akan dibahas **distribusi binomial**, **chi-kuadrat**, dan **normal**.

### 7.4.1 Peluang

Ketika kita melemparkan koin atau dadu, maka kita tidak tahu sisi mana yang akan muncul di atas. Begitu pula ketika mengambil satu bola dalam kantong berisi bola warna-warni dengan mata tertutup, maka kita tidak mengetahui bola warna apa yang akan diperoleh. Kita hanya dapat menghitung peluang.

Apabila sekeping koin dilemparkan, maka akan ada dua hasil yang mungkin, yaitu angka (A) atau gambar (G). Himpunan dari semua hasil yang mungkin pada suatu percobaan atau kejadian disebut dengan ruang sampel (S). Anggota-anggota dari suatu ruang sampel disebut dengan **kejadian** (*event*).

Dalam satu percobaan pelemparan koin, maka  $S = (A, G)$ , sedangkan kejadian adalah (A) dan (G). Peluang dari masing-masing kejadian adalah  $\frac{1}{2}$  atau 0,5. Jika koin dilemparkan dua kali, maka  $S = (AA, AG, GA, GG)$ . Kejadian A muncul dua kali adalah (AA), maka peluangnya adalah  $\frac{1}{4}$  atau 0,25. Kejadian A muncul satu kali (AG) dan (GA), maka peluangnya adalah  $\frac{2}{4}$  atau 0,5. Dalam satu percobaan pelemparan dadu, maka  $S = (1, 2, 3, 4, 5, 6)$ . Peluang masing-masing kejadian adalah  $\frac{1}{6}$ . Jika dadu dilemparkan dua kali, maka S akan beranggotakan  $6^2$  kejadian, mulai dari 1,1 hingga 6,6. Kejadian muncul mata satu sebanyak satu kali adalah (1, 2), (1,3), (1,4), (1,5), (1,6), (2,1), (3,1), (4,1), (5,1) dan (6,1). Peluangnya adalah  $\frac{10}{36}$ . Jika kejadian yang memenuhi harapan itu disebut dengan sukses, maka peluang sukses sama dengan jumlah sukses/jumlah semua kejadian yang mungkin.

Kedua contoh di atas menunjukkan bahwa **probabilitas** (peluang) suatu kejadian pada percobaan kedua sama sekali tidak dipengaruhi oleh hasil dari kejadian pertama, maka kedua percobaan itu disebut sebagai independen. Sementara itu, ada pula jenis percobaan yang peluangnya dipengaruhi oleh hasil dari percobaan sebelumnya. Misalkan, seseorang mengambil satu bola di dalam kantong berisi delapan bola merah dan empat bola biru, dan bola yang sudah diambil tidak dikembalikan ke kantong. Peluangnya untuk mendapatkan bola merah pada pengambilan pertama adalah  $8/12$ , sedangkan peluang untuk mendapatkan bola merah pada pengambilan kedua tergantung pada hasil dari pengambilan pertama. Kalau kita tidak mendapatkan bola merah pada percobaan pertama, maka peluangnya untuk mendapatkan bola merah pada percobaan kedua adalah  $8/11$ . Sebaliknya, jika kita mendapatkan bola merah pada percobaan pertama, maka peluangnya untuk mendapatkan bola merah pada percobaan kedua adalah  $7/12$ . Peluangnya untuk mendapatkan dua bola merah dalam dua kali percobaan adalah  $8/11$  dikali  $7/12$ , atau sama saja dengan  $8/12$  dikali  $7/11$ . Untuk mempelajari peluang ini secara lebih mendalam disarankan untuk membaca buku referensi sebagaimana yang disertakan pada pustaka di Bab ini.

## 7.4.2 Variabel Acak

Pada suatu percobaan acak, sering kita tidak merasa perlu melihat detail hasil percobaan dan hanya tertarik pada nilai tertentu yang dihasilkan. Misalkan ketika kita melemparkan dua dadu, maka kita tidak peduli tentang berapa nilai yang dimunculkan masing-masing dadu. Kita hanya peduli pada jumlah nilai kedua dadu, misalkan 7. Tidak masalah bagi kita apakah nilai 7 itu berasal dari (1, 6), (2, 5), (3, 4), (4, 3), (5,2), atau (6,1). Nilai yang menjadi ketertarikan kita, dalam hal ini 7, dikenal sebagai **variabel acak**.

Misalkan  $X$  adalah variabel acak yang ditentukan sebagai hasil penjumlahan dua sisi dadu yang menghadap ke atas, maka probabilitas  $X = 2$ , atau  $P\{X=2\} = P\{1,1\} = 1/36$ ;  $P\{X=3\} = P\{(1,2), (2,1)\} = 2/36$ ;  $P\{X = 4\} = P\{(1,3),(2,2),(3,1)\} = 3/36$ . Dengan cara yang sama dapat dihitung probabilitas untuk  $X = 5$  hingga  $X = 12$ . Nilai-nilai peluang itu membentuk suatu distribusi yang disebut dengan **distribusi peluang** atau **fungsi massa**

**peluang.** Jika dibuat dalam bentuk histogram, maka diperoleh **histogram peluang.** **Fungsi distribusi kumulatif** adalah peluang suatu variabel random sama dengan atau kurang dari nilai tertentu. Misalkan  $X \leq 5$  maka  $P\{X \leq 5\} = P\{(1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (2, 1), (2,2), (2,3), (3,1), (3,2), (4,1)\} = 10/36$ .

Variabel acak dapat berupa **variabel diskrit** atau **variabel kontinu.** Variabel acak dari pelemparan koin atau dadu merupakan contoh variabel diskrit. Variabel acak dari eksperimen berupa penimbangan berat merupakan contoh variabel kontinu. Probabilitas dari suatu variabel kontinu adalah luas area di bawah kurva distribusi peluang yang disebut dengan **fungsi densitas peluang.**

## 7.5 Distribusi Binomial

Eksperimen melemparkan koin hanya punya dua kemungkinan hasil, yaitu angka atau gambar. Jika salah satu hasil disebut sukses dengan peluang sebesar  $p$ , maka hasil lain disebut gagal dengan peluang sebesar  $1-p$ . Jumlah sukses sebuah variabel random  $X$  sebesar  $x$  dapat diperoleh melalui formulasi berikut (persamaan 7.4). Besar peluang sukses variabel random  $X$  sebanyak  $x$  kali adalah pada persamaan 7.5.

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{x!(n-x)!} \quad (7.4)$$

$$P(X = x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad (7.5)$$

Nilai  $X$  memiliki distribusi peluang yang disebut dengan **distribusi binomial** dengan parameter  $n$  (jumlah eksperimen) dan  $p$  (peluang) dan biasa dinotasikan sebagai  $X \sim \text{Bin}(n, p)$ . Rata-rata populasi dari variabel random  $X$  adalah  $\mu_x^2 = np(1-p)$  sedangkan variannya adalah  $\sigma_x^2 = np(1-p)$ .

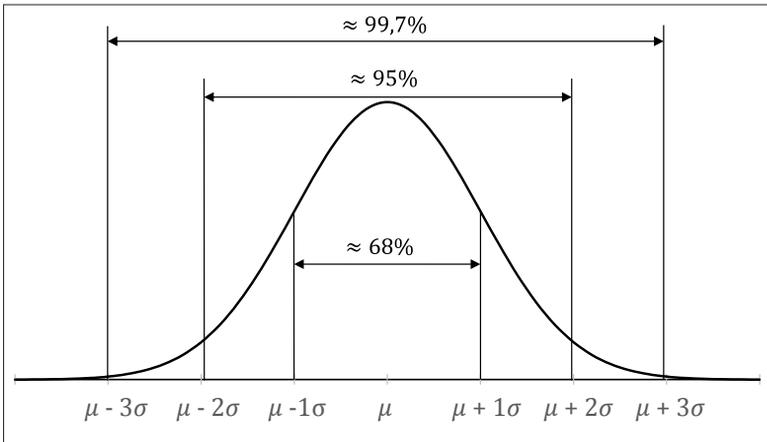
Apabila dalam satu eksperimen terdapat lebih dari dua kemungkinan hasil, maka variabel random  $X$  memiliki distribusi peluang yang disebut dengan **distribusi multinomial.** Apabila peluang sukses pada eksperimen berikutnya dipengaruhi oleh hasil dari eksperimen sebelumnya (dependen), maka variabel random  $X$  memiliki peluang distribusi yang disebut dengan **distribusi hipergeometrik.**

## 7.6 Distribusi Normal

Distribusi normal adalah distribusi peluang dari variabel acak kontinu dan merupakan distribusi yang paling sering digunakan. Grafiknya disebut dengan **kurva normal** dan berbentuk mirip lonceng. Rata-rata ( $\mu$ ) dapat bernilai berapapun, dan varian ( $\sigma^2$ ) dapat bernilai positif berapapun. Fungsi densitas peluang dari suatu variabel acak adalah sebagai berikut (persamaan 7.6).

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (7.6)$$

Luas area di bawah kurva sama dengan 1 atau 100%. Fungsi densitas peluang dari suatu populasi normal dalam interval  $\mu \pm \sigma$  adalah sekitar 68%. Sekitar 95% populasi di dalam interval  $\mu \pm 2\sigma$  dan sekitar 99.7% populasi di dalam interval  $\mu \pm 3\sigma$  (**Gambar 7.1**).



Gambar 7.1 Distribusi normal

Apabila  $x$  adalah sebuah nilai yang merupakan sampel dari suatu populasi normal dengan rata-rata  $\mu$  dan varian  $\sigma^2$ , maka sebuah satuan baku yang disebut  $Z$  yang ekuivalen dengan  $x$  dapat dihitung dengan rumus berikut (persamaan 7.7).

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (7.7)$$

Misalkan  $x = 14$ ,  $\mu = 16$ ,  $\sigma = 2$ , maka  $Z = -1$ . Artinya, nilai  $x$  lebih kecil daripada  $\mu$  dengan selisih 1 simpangan baku ( $1\sigma$ ). Jika  $Z = 1,96$ , maka nilai  $x$  lebih besar daripada  $\mu$  dengan selisih  $1,96\sigma$ . Kembali ke **Gambar 7.1**, luas area pada interval  $Z = -1$  hingga  $Z = 1$  ( $-1 \leq Z \leq 1$ ) adalah kira-kira 68% dan area di bawah  $-2 \leq Z \leq 2$  adalah sekitar 95%.

**Contoh 7.1:**

Jika  $x$  adalah variabel acak dari suatu populasi normal dengan  $\mu = 10$  dan  $\sigma = 0,5$ , berapa peluang  $x \leq 9,8$  dan berapa nilai  $Z$ ?

*Jawab:*

Peluang ( $p$ ) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (6) dan  $Z$  diperoleh dengan persamaan (7). Hasilnya adalah  $p = 0,3446$  dan  $Z = -0,4$ .

**Contoh 7.2:**

Dengan menggunakan populasi yang sama, berapa nilai  $x$  dan  $Z$  jika  $p = 0,25$ ?

*Jawab:*

Dengan persamaan (6), diperoleh  $x \leq 9,66$  dan dengan persamaan (7) diperoleh  $Z = -0,67$ .

## 7.7 Uji Normalitas dan Estimasi

Pertanyaan yang sering muncul adalah bagaimana kita tahu apakah data kita berasal dari populasi normal? Jika sampel cukup besar, histogram sampel dapat menjadi indikasi yang baik. Sampel besar dari populasi normal memiliki histogram yang mirip dengan fungsi densitas peluang: memuncak di tengah, dan berkurang secara simetris di kedua sisi.

Peluang probabilitas (*probability plot*) adalah cara lain untuk menentukan apakah sampel berasal dari populasi yang mendekati normal. Untuk sampel kecil, sulit untuk mengetahui apakah data berasal dari populasi normal.

Melalui statistika deskriptif telah kita ketahui bahwa pada setiap kumpulan data (baik kumpulan data dari sampel atau populasi) dapat diperoleh rangkuman numerik yang menjadi karakteristik dari kumpulan data tersebut. Rangkuman numerik sampel diberi nama **statistik**, sedangkan rangkuman numerik populasi disebut **parameter**. Contoh statistik adalah rata-rata sampel ( $\bar{x}$ ) dan varian sampel ( $s^2$ ), sementara contoh parameter adalah rata-rata populasi ( $\mu$ ) dan varian populasi ( $\sigma^2$ ).

Sering kita tidak memiliki kesempatan untuk memperoleh rangkuman numerik populasi disebabkan oleh berbagai keterbatasan. Oleh karena itu kita dapat memperkirakan (estimasi) rangkuman numerik populasi itu dengan memanfaatkan rangkuman numerik sampel.

Statistik sering digunakan untuk mengestimasi parameter. Sebuah statistik yang digunakan untuk mengestimasi parameter disebut dengan **estimasi titik** (*point estimate*). Jika  $x_1, x_2, \dots, x_n$  adalah sampel acak dari sebuah populasi, maka  $\bar{x}$  sering digunakan untuk mengestimasi  $\mu$ , dan  $s^2$  sering digunakan untuk mengestimasi  $\sigma^2$ .

Ada dua kelemahan fundamental dari estimasi titik, pertama nilainya hampir tidak pernah sama dengan nilai sesungguhnya. Selalu ada selisih, misalkan antara  $\bar{x}$  dengan  $\mu$ . Selisih ini disebut dengan **bias**. Kedua, sebuah estimasi titik dapat memiliki varian yang lebar sehingga kurang presisi untuk mengestimasi parameter.

Kelemahan tersebut diatasi dengan menggunakan **estimasi interval** atau sering disebut pula dengan **interval kepercayaan**. Interval kepercayaan dilengkapi dengan batas galat (*margin of error*) dari estimasi titik yang menggambarkan seberapa jauh estimasi titik tersebut dari nilai sebenarnya yang mungkin terjadi. Interval kepercayaan = Estimasi titik  $\pm$  batas galat, sedangkan batas galat = nilai kritis dikali galat baku.

Untuk rata-rata populasi sampel besar ( $n \geq 30$ ), maka interval kepercayaan diperoleh melalui persamaan 7.8. Untuk rata-rata populasi sampel kecil, interval kepercayaan diperoleh melalui persamaan 7.9. Untuk proporsi sampel besar, interval kepercayaan diperoleh melalui persamaan 7.10.

$$\text{Interval kepercayaan} = \bar{x} \pm Z\alpha / 2 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (7.8)$$

$$\text{Interval kepercayaan} = \hat{p} \pm Z\alpha / 2 \cdot \sqrt{\frac{\hat{p} \cdot \hat{q}}{n}} \quad (7.9)$$

$$\hat{p} = \frac{x+2}{\hat{n}}; \hat{n} = n+4 \quad (7.10)$$

Umumnya, interval kepercayaan meliputi 95% fungsi densitas peluang dan biasa disebut dengan **tingkat kepercayaan 95%**. Nilai  $\alpha$ , atau tingkat signifikansi sama dengan  $1 - \text{tingkat kepercayaan}$ . Untuk tingkat kepercayaan 95%, maka  $\alpha = 5\%$  atau 0,05 dan  $\alpha/2 = 0,025$ . Nilai  $Z$  pada  $\alpha/2 = 0,025$  sama dengan 1,96. Untuk mengetahui nilai  $Z$  pada berbagai nilai  $\alpha$  atau nilai peluang, maka dapat digunakan tabel yang dapat merujuk pada referensi buku statistika, atau menggunakan fungsi yang disediakan oleh perangkat lunak *Microsoft Excel* yang berada di luar cakupan buku ini.

### Contoh 7.3:

Rata-rata dan simpangan baku dari berat sampel 100 mi instan adalah  $X$  69 g dan  $s$  0,5 gram. Tentukan interval kepercayaan 95% dari rata-rata berat populasi mi instan.

*Jawab:*

Dengan menggunakan persamaan 7.8 diperoleh interval kepercayaan  $= 69 \pm 1,96 \times 0,5 / \sqrt{100} = 69 \pm 0,098$ .

### Contoh 7.4:

Sebanyak 100 sampel air dalam kemasan diambil dan 10 di antaranya memiliki kemasan yang rusak. Tentukan interval kepercayaan 95% dari proporsi air dalam kemasan yang rusak.

Jawab:

$$\hat{n} = 100 + 4 = 104;$$

$$\hat{p} = (10 + 2) / 104 = 0,1154$$

$$\hat{q} = 1 - 0,1154 = 0,8846$$

$$\hat{p} \times \hat{q} = 0,10$$

$$\text{Interval kepercayaan} = 0,1154 \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{0,1}{100}} = 0,1154 \pm 0,006$$

## 7.8 Uji Hipotesis

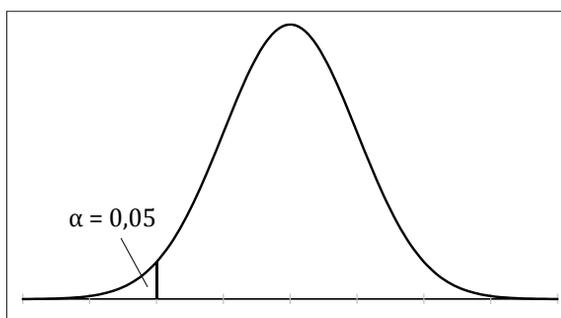
Mari kita lihat contoh berikut ini untuk memahami apa itu hipotesis dan uji hipotesis. Sebuah produsen *snack* melakukan eksperimen untuk menguji metode ekstrusi baru yang dapat menghasilkan *snack* dengan kadar air lebih rendah daripada sebelumnya. Misalkan rata-rata kadar air *snack* yang sekarang adalah 12%, maka produsen tersebut berharap metode yang baru dapat menghasilkan *snack* dengan kadar air kurang dari 12%. Meskipun demikian, produsen harus membuat sebuah dugaan bahwa metode baru itu akan menghasilkan *snack* dengan kadar air rata-rata yang tidak kurang dari 12%. Atau metode baru ini tidak memberikan hasil sebagaimana diharapkan. Dugaan inilah yang disebut dengan **Hipotesis nol** atau diberi simbol  $H_0$ . Dugaan atau hipotesis alternatifnya diberi simbol  $H_1$ . Rata-rata populasi adalah  $\mu$ , sehingga:  $H_0: \mu \geq 12\%$  dan  $H_1: \mu < 12\%$ .

Setelah dilakukan eksperimen dengan jumlah sampel 30 *snack* dalam kemasan diperoleh rata-rata kadar air adalah 11% dengan simpangan baku 3%. Pertanyaannya adalah apakah dapat dikatakan bahwa sampel dengan rata-rata 11% itu berasal dari populasi dengan rata-rata 12%? Atau dapat pula dinyatakan apakah produsen menerima  $H_0$  atau menolak  $H_0$ ? Untuk mendapatkan jawaban, maka produsen melakukan **uji hipotesis**.

Dari persamaan interval kepercayaan (8) nilai Z dapat ditentukan sebagai berikut (persamaan 7.11).

$$Z = \frac{x - \mu}{s / \sqrt{n}} \quad (7.11)$$

Untuk contoh soal di atas hasilnya  $Z = -1.83$ . Dengan menggunakan tabel atau fungsi pada *Microsoft Excel* diperoleh probabilitas ( $p$ -value) kadar air sampel berasal dari populasi sesuai  $H_0$  ( $\geq 12\%$ ). Hasilnya adalah 0,034. Artinya probabilitas sampel yang berasal dari populasi tersebut adalah 3,4%. Apakah probabilitas sebesar ini signifikan atau tidak, maka tergantung kepada level signifikansi ( $\alpha$ ) yang ditetapkan. Apabila perusahaan menetapkan  $\alpha = 0,05$ , maka wilayah penolakan  $H_0$  adalah sebesar 5% luas area di bawah kurva normal (**Gambar 7.2**) Oleh karena nilainya lebih kecil dari  $\alpha$ , maka  $p$ -value berada di wilayah penolakan. Artinya, masuk akal bagi produsen untuk menolak  $H_0$  atau masuk akal untuk menyimpulkan bahwa metode ekstrusi baru dapat menurunkan kadar air *snack* dari rata-rata 12%. Penting untuk digarisbawahi bahwa produsen tidak berkesimpulan bahwa menolak  $H_0$  adalah benar, melainkan masuk akal untuk menolak  $H_0$ .



Gambar 7.2 Kurva normal dengan wilayah penolakan satu sisi,  $\alpha = 0,05$

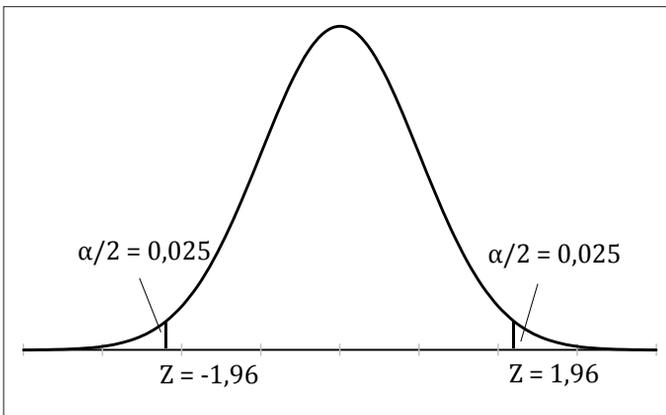
Contoh di atas menggambarkan wilayah penolakan  $H_0$  satu sisi (kiri) atau 1 ekor (*one-tailed*). Dalam kasus lain wilayah penolakan dapat berada di kedua sisi atau dua ekor (*two-tailed*), seperti contoh berikut ini:

**Contoh 7.5:**

Sebuah laboratorium menguji akurasi sebuah neraca dengan menimbang anak timbangan 100 g sebanyak 60 kali. Pembacaan skala menunjukkan rata-rata memiliki rata-rata 100,06 g dan simpangan baku 0,25 g. Dengan tingkat kepercayaan 95% atau tingkat signifikansi 5%, apakah neraca tersebut perlu dikalibrasi?

*Jawab:*  $H_0: \mu = 100$  dan  $H_1: \mu \neq 100$

Oleh karena  $H_0$  diterima kalau  $\mu = 100$ , maka ada dua wilayah penolakan, yaitu  $\mu < 100$  dan  $\mu > 100$ . Masing-masing wilayah penolakan adalah 2,5% di sisi kiri kurva normal dan 2,5% di sisi kanan. Dengan menggunakan tabel atau fungsi *Microsoft Excel*, maka diperoleh  $Z$  kritisal = -1,96 (sisi kiri) dan 1,96 (sisi kanan) (**Gambar 7.3**). Artinya,  $H_0$  ditolak jika  $Z$  hitung lebih kecil dari -1,96 atau lebih besar dari 1,96. Dengan persamaan (7.10), maka diperoleh  $Z = 1,86$ , lebih kecil dari 1,96. Oleh karena itu masuk akal untuk menerima  $H_0$ . Dengan kata lain, neraca tidak perlu dikalibrasi.



Gambar 7.3 Kurva normal dengan dua wilayah penolakan,  $\alpha = 0,05$

Kasus ini dapat pula diselesaikan dengan menghitung  $p$ -Value dan membandingkannya dengan  $\alpha$ . Untuk  $Z = 1,86$  diperoleh  $p$ -Value 0,03. Karena ada dua wilayah penolakan, maka  $p$ -value tidak dibandingkan terhadap  $\alpha$ , melainkan terhadap  $\frac{1}{2} \alpha$ . Dengan demikian, kesimpulannya adalah  $H_0$  diterima.

## 7.9 Perancangan Percobaan

Suatu penelitian memerlukan percobaan yang dilakukan untuk memperoleh data. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis dan dibahas. Hasil analisis dan pembahasan menjadi dasar dalam menarik kesimpulan. Dengan demikian, percobaan adalah suatu pengamatan yang dilakukan untuk mendapatkan jawaban terhadap kondisi yang ditentukan oleh peneliti berdasarkan analisis data yang didapatkan.

Penelitian memerlukan **variabel** yang merupakan objek pengamatan penelitian, atau sering juga disebut sebagai faktor yang berperan dalam penelitian. Tanpa adanya variabel maka sebuah penelitian tidak dapat dilaksanakan. Variabel penelitian terdiri atas **variabel bebas** dan **variabel terikat**. Variabel bebas (*independent variable*) adalah variabel yang tidak tergantung pada variabel lain, sedangkan variabel terikat (*dependent variable*) adalah variabel yang keberadaannya merupakan suatu akibat oleh adanya variabel bebas. Disebut juga variabel terikat karena kondisi atau variasinya terkait dan dipengaruhi oleh variasi variabel lain. Sebagai contoh, seorang peneliti ingin mengetahui “pengaruh suhu penggorengan terhadap mutu minyak goreng”. Pada judul penelitian ini, suhu penggorengan sebagai variabel bebas dan mutu minyak goreng sebagai variabel terikat. Suhu penggorengan disebut variabel bebas karena variabel ini tidak bergantung pada variabel lain. Mutu minyak goreng disebut variabel terikat, karena kondisi atau variasinya terkait dan dipengaruhi oleh variasi variabel lain, dalam hal ini adalah suhu penggorengan.

Perancangan percobaan merupakan suatu tahapan yang dilakukan dalam upaya mengumpulkan data penelitian di mana di dalamnya terdapat perlakuan, yang diukur pengaruhnya terhadap objek penelitian. Sering terdapat beberapa perlakuan untuk melihat pengaruh perlakuan tersebut, baik secara individu perlakuan maupun interaksi perlakuan.

Bagian penting dalam perancangan percobaan adalah ulangan, pengacakan, dan galat atau kesalahan percobaan. Ulangan atau replikasi adalah perlakuan yang dilaksanakan lebih dari satu kali dalam sebuah percobaan. Replikasi dibutuhkan untuk mendapatkan data yang akurat terhadap suatu perlakuan. Jika dalam suatu perlakuan tidak dilakukan pengulangan, maka tidak mungkin dilakukan pengukuran deviasi atau penyimpangan data. Makin banyak ulangan perlakuan karagaman data, maka semakin kecil simpangan data.

Pengacakan dilakukan supaya objektivitas dalam penelitian dapat terjaga. Metode yang biasa diterapkan dalam penelitian adalah menggunakan tabel bilangan acak. Tabel ini terdapat pada buku statistik atau sistem lot seperti

halnya pada arisan. Keragaman timbul akibat pengacakan. Keragaman perlakuan yang ditempatkan dalam unit-unit percobaan dapat merupakan keragaman dalam perlakuan maupun keragaman antar perlakuan.

Galat atau kesalahan percobaan adalah keanekaragaman (variabilitas) yang disebabkan oleh ketidakmampuan materi percobaan yang diperlakukan untuk berperilaku sama. Galat percobaan berguna untuk menguji ada tidaknya pengaruh perlakuan atau menguji asal perlakuan apakah berasal dari populasi yang sama atau tidak. Galat atau kesalahan percobaan dapat diperkecil dengan membagi-bagi materi atau media percobaan ke dalam kelompok atau grup yang homogen. Selanjutnya, setiap kelompok (grup) harus menempatkan perlakuan di dalamnya dan ulangan ditempatkan pada kelompok (grup) yang lain.

Dalam perancangan percobaan dikenal beberapa istilah, seperti faktor dan level atau taraf, dan parameter (respons). Faktor adalah suatu variabel yang terkendali dan yang tidak terkendali yang memengaruhi respon. Faktor ini dapat bersifat kuantitatif atau kualitatif. Contoh faktor kuantitatif adalah persentase penambahan (%) dan waktu (bulan, minggu, hari, dan jam), sedangkan contoh dari faktor kualitatif adalah jenis tepung, mode penyimpanan dan jenis kemasan. Level atau taraf adalah nilai dari faktor yang diterapkan pada unit percobaan. Misalnya faktor penambahan asam sitrat memiliki tiga taraf konsentrasi yaitu 1%, 3%, dan 5%, dan tepung memiliki 4 jenis, yaitu tepung terigu, tepung singkong, tepung kedelai, dan tepung jagung. Parameter atas respons adalah bagian yang dipengaruhi oleh faktor dan level, misalnya kadar protein, karbohidrat, lemak, kadar, dan sebagainya.

Berikut ini dibahas secara garis besar beberapa jenis rancangan penelitian, yaitu rancangan acak lengkap, rancangan acak kelompok dan rancangan faktorial. Untuk pendalamannya, silahkan merujuk pada buku yang terkait dengan hal tersebut.

### 7.9.1 Rancangan Acak Lengkap

Hal yang perlu diperhatikan jika menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah percobaan dikondisikan serbasama (homogen), serta penempatan perlakuannya dalam unit percobaan dilakukan secara

acak lengkap. RAL biasa digunakan untuk percobaan pada kondisi yang dapat dikontrol. Karakteristik yang dimiliki oleh RAL ini membuat aplikasi rancangan ini banyak digunakan dalam penelitian laboratorium. Keragaman atau variasi hanya disebabkan oleh perlakuan yang dicobakan dan perlakuan tersebut merupakan level dari satu faktor tertentu. Misal faktor yang ingin dikaji pengaruhnya adalah penambahan gula. Perlakuan yang dicobakan adalah Konsentrasi 1 (K1), Konsentrasi 2 (K2) dan Konsentrasi 3 (level dari penambahan gula).

Penerapan perlakuan pada unit percobaan dalam RAL dilaksanakan secara acak lengkap terhadap seluruh unit percobaan. Begitu juga setiap ulangan mempunyai peluang yang sama besar untuk menempati setiap unit percobaan. Misalnya, suatu penelitian ingin melihat pengaruh perlakuan suhu terhadap kehilangan vitamin C pada jus jeruk. Percobaan tersebut melibatkan lima perlakuan suhu (T), misalnya  $T_1 = 50^\circ\text{C}$ ,  $T_2 = 60^\circ\text{C}$ ,  $T_3 = 70^\circ\text{C}$ ,  $T_4 = 80^\circ\text{C}$ ,  $T_5 = 90^\circ\text{C}$ . Setiap perlakuan suhu dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Jumlah unit percobaan pada kondisi di atas adalah  $5 \times 3 = 15$  unit percobaan. Pengacakan dilakukan terhadap setiap unit percobaan. Namun sebelum dilakukan proses pengacakan unit percobaan, maka perlu dibuat label untuk setiap unit percobaan. Karena terdapat 15 unit percobaan, maka perlu disiapkan 15 unit label seperti di bawah ini:

T1U1	T1U2	T1U3
T2U1	T2U2	T2U3
T3U1	T3U2	T3U3
T4U1	T4U2	T4U3
T5U1	T5U2	T5U3

Tahapan selanjutnya adalah membuat 15 kotak yang menjadi tempat menuliskan hasil pengacakan (**Gambar 7.4**). Pengacakan setiap unit perlakuan bertujuan memberikan peluang yang sama untuk menempati setiap kotak diatas. Secara sederhana pengacakan dapat dilakukan dengan metode lot atau arisan. Unit percobaan yang keluar pertama dituliskan pada kotak pertama, dan seterusnya.

T4U1	T2U2	T5U1	T2U1	T1U3
T5U2	T1U2	T2U3	T4U3	T3U1
T4U2	T3U3	T1U1	T5U3	T3U2

Gambar 7.4 Contoh hasil pengacakan

### Model Linier

Secara umum model linier RAL adalah  $Y_{ij} = \mu + a_i + \varepsilon_{ij}$  yaitu:  $Y_{ij}$  (nilai pengamatan pada perlakuan ke- $i$  ulangan ke- $j$ );  $\mu$  (nilai rata-rata umum);  $a_i$  (pengaruh perlakuan ke- $i$ );  $\varepsilon_{ij}$  (pengaruh galat dari perlakuan ke- $i$  ulangan ke- $j$ )

### Analisis Keragaman RAL

Data yang diperoleh dengan menggunakan RAL selanjutnya dianalisis keragamannya atau *analysis of variance* (Anova). Analisis keragaman adalah membagi-bagi keragaman total ke dalam komponen keragaman sesuai sumber keragaman pada setiap pola rancangan yang digunakan. Keragaman pada RAL terdiri atas keragaman karena perlakuan yang berbeda dan keragaman karena ulangan yang berbeda pada perlakuan yang sama. Keragaman yang disebutkan terakhir disebabkan karena faktor lain yang tidak diperhitungkan yang disebut kesalahan percobaan sering diistilahkan dengan kesalahan acak.

Dalam perhitungan analisis keragaman maka perlu diketahui dan digunakan rumus-rumus berikut ini.

1. Menghitung nilai **derajat bebas** (db) atau *degree of freedom* (df). Terdapat tiga macam derajat bebas, yaitu: (a) Derajat bebas perlakuan (db perlakuan) dihitung dengan rumus jumlah perlakuan ( $p$ ) – 1; (b) Derajat bebas total (db total) dihitung dengan rumus banyaknya perlakuan ( $p$ )

dikali banyaknya ulangan ( $u$ ) di kurangi satu atau  $db\ total = (p \times n) - 1$ ; (c) Derajat bebas acak atau galas dihitung dengan rumus derajat bebas total dikurang derajat bebas perlakuan atau  $db\ galat = db\ total - db\ perlakuan$

2. Menghitung **Faktor Koreksi**  $FK = Total^2/n$
3. Menghitung jumlah **kuadrat perlakuan** ( $p_1 =$  perlakuan pertama;  $p_2 =$  perlakuan kedua;  $p_j =$  perlakuan ke- $j$ )

$$JKP = \left\{ \left( Total_{p_1}^2 + Total_{p_2}^2 + \dots + Total_{p_j}^2 \right) / p \times n \right\} - FK$$

4. Menghitung jumlah **kuadrat total**  $JK\ T =$  Jumlah Kuadrat tiap data - FK
  - a. Menghitung jumlah **kuadrat galat**  $JK\ G = JK\ T - JK\ P$
  - b. Menghitung **kuadrat tengah perlakuan**  $KT\ P = JK\ P / db\ P$
  - c. Menghitung **kuadrat tengah galat**  $KT\ G = JK\ G / db\ G$
  - d. Menghitung **F hitung**  $F_{hitung} = KT\ P / KT\ G$

Hasil perhitungan analisis keragaman di salin ke dalam tabel yang sering dikenal dengan tabel Anova (lihat contoh **Tabel 7.2**). Berdasarkan tabel analisis ragam, dilakukan uji hipotesis dengan membandingkan  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel}$ . Nilai  $F_{tabel}$  ditentukan dengan melihat nilai yang ditunjukkan berdasarkan besarnya  $db$  perlakuan dan  $db$  galat (silahkan merujuk pada buku statistika). Kaidah keputusan yang harus diambil adalah sebagai berikut:

1. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  pada taraf 1% ( $\alpha = 0,01$ ), perlakuan dikatakan berbeda sangat nyata dengan memberi dua tanda bintang (\*\*).
2. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  pada taraf 5% ( $\alpha = 0,05$ ) tetapi lebih ke daripada  $F_{tabel}$  pada taraf 1%, perlakuan dikatakan berbeda nyata dengan memberi satu tanda bintang(\*).
3. Jika  $F_{hitung} = F_{tabel}$  pada taraf 5% ( $\alpha = 0,05$ ), perlakuan dikatakan tidak nyata dan diberi tanda **tn** atau **ns**.

Jika hasil dari tabel Anova menyatakan berbeda nyata dan berbeda sangat nyata, maka dilakukan uji lanjutan yang diperlukan untuk menguji perbedaan setiap perlakuan. Jika hasil anova menyatakan tidak berbeda nyata, maka tidak perlu dilakukan uji lanjutan.

**Contoh 7.6:**

Suatu percobaan yang ingin mengetahui pengaruh penggunaan natrium karbonat terhadap volume buih (mL) minuman *effervescent* mempunyai perlakuan yaitu P1 = 5%, P2 = 10%, P3 = 15% dengan menggunakan tiga ulangan. Setelah dilakukan proses pengambilan data dengan RAL diperoleh data sebagai berikut (**Tabel 7.1**):

Tabel 7.1 Data hasil percobaan dengan RAL

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
P1	50	53	51	154	51,33
P2	65	63	65	193	65,33
P3	79	82	81	242	80,67
Total	194	198	197	589	

Perhitungan analisis keragaman

1. Nilai derajat bebas (db);
  - a. Derajat bebas perlakuan (db perlakuan) = 3-1 = 2
  - b. Derajat bebas total (db total) = (3x3) - 1 = 8
  - c. Derajat bebas galat = 8-2 = 6
2. Faktor koreksi (FK) =  $(589)^2 / (3 \times 3) = 38546,78$
3. Jumlah kuadrat perlakuan (JK P) =  $\{(154)^2 + (193)^2 + (242)^2 / 3\} - 38546,78 = 1296,22$
4. Jumlah kuadrat total (JK T) =  $(50^2 + 53^2 + 51^2 + \dots + 81^2) - 38546,78 = 1308,22$
5. Jumlah kuadrat galat (JK G) =  $1308,22 - 1296,22 = 12$
6. Kuadrat tengah perlakuan =  $1296,22 / 2 = 648,11$
7. Kuadrat tengah galat =  $12 / 6 = 2$
8. F hitung =  $648,11 / 2 = 324,055$

Tabel 7.2 Tabel analisis sidik ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (db)	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	1296,22	648,11	324,055**	19,14	99,33
Galat	6	12	2	-		
Total	8	1308,22	-			

Nilai F tabel = db perlakuan: db galat = (2:6);  $F_{0,05 (2;6)} = 5,14$ ;  $F_{0,01 (2;6)} = 10,92$

Karena  $F_{Tabel} > F_{Hitung}$  maka kesimpulan adalah perlakuan berbeda nyata, maka perlu dilakukan uji lanjut yang dijelaskan kemudian pada subbab uji lanjut.

## 7.9.2 Rancangan Acak Kelompok

Rancangan Acak Kelompok (RAK) atau *randomized block design* merupakan salah satu model rancangan dalam rancangan percobaan. Rancangan ini digunakan apabila unit percobaan tidak homogen, di mana ketidakhomogenan ini diduga mengarah pada satu arah. Disebut RAK karena pengacakan perlakuan dilakukan pada setiap kelompok. RAK dapat digunakan untuk melakukan percobaan di lapangan atau di laboratorium atau di rumah kaca.

Pengelompokan merupakan salah satu cara untuk mengontrol keragaman dari bahan dan kesalahan percobaan. Tujuannya adalah untuk mengurangi variasi kesalahan percobaan dengan meningkatkan perbedaan atau variasi antar kelompok dan menurunkan perbedaan di dalam kelompoknya sendiri.

Suatu percobaan dengan tiga buah perlakuan (P1, P2, dan P3) dan setiap perlakuan diulang dalam empat kelompok atau blok (B1, B2, B3, B4). Dengan demikian unit percobaan yang dilibatkan sebanyak 5 unit pada setiap kelompok, sehingga secara keseluruhan dibutuhkan  $3 \times 4 = 12$  unit percobaan. Selanjutnya pengacakan perlakuan dilakukan pada masing-masing kelompok dan setiap perlakuan hanya muncul sekali pada setiap kelompok.

Dalam menyusun rancangan dibuat 12 kotak yang menjadi tempat menuliskan hasil pengacakan dengan metode lot. Pembuatan kotak disusun berdasarkan kelompok atau blok. Pengacakan setiap unit perlakuan dilakukan

hanya di dalam kelompoknya. Secara sederhana, pengacakan dapat dilakukan dengan metode lot atau arisan untuk setiap kelompok. Unit percobaan yang keluar pertama dituliskan pada kotak pertama pada masing kelompok. Setelah kelompok pertama (B1) terisi penuh semua perlakuan kemudian dilakukan hal yang serupa pada kelompok kedua (B2), dan seterusnya (**Gambar 7.5**).

	B1	B2	B3	B4
P3	P1	P3	P1	
P2	P3	P1	P2	
P1	P2	P2	P3	

Gambar 7.5 Contoh hasil pengacakan

### *Model Linier*

Model linier RAK:  $Y_{ij} = \mu + a_i + b_j + e_{ij}$ , yaitu  $Y_{ij}$  (nilai pengamatan perlakuan ke- $i$ , ulangan ke- $j$ );  $\mu$  (nilai rata-rata umum);  $a_i$  (pengaruh perlakuan ke- $i$ );  $b_j$  (pengaruh kelompok ke- $j$ );  $e_{ij}$  (pengaruh galat dari perlakuan ke- $i$ , ulangan ke- $j$ )

### *Analisis Keragaman RAK*

Analisis keragaman pada RAK berbeda dengan yang terdapat pada RAL. Sumber keragaman pada RAL terdiri atas perlakuan, acak, dan total, sedangkan pada RAK bertambah satu sumber keragaman yakni kelompok. Perhitungan analisis keragaman RAK, terdiri atas hal berikut:

1. Menghitung nilai derajat bebas (db). Ada tiga macam derajat bebas;
  - a. Derajat bebas perlakuan (db perlakuan) dihitung dengan rumus jumlah perlakuan (p) - 1.
  - b. Derajat bebas kelompok dihitung dengan rumus jumlah kelompok (K) - 1
  - c. Derajat bebas total (db total) dihitung dengan rumus banyaknya perlakuan (p) dikali banyaknya kelompok (K) di kurang satu atau db total = (p x k) - 1
  - d. Derajat bebas acak atau galas dihitung dengan rumus derajat bebas total dikurang derajat bebas perlakuan atau db galat = db total - db perlakuan - db ulangan
2. Menghitung Faktor Koreksi (FK) =  $Total^2 / pxk$
3. Jumlah kuadrat Perlakuan (JK P) =  $\left\{ (Total_{p1}^2 + Total_{p2}^2 + \dots + Total_{pj}^2) / P \right\} - FK$   
 p1 = Perlakuan pertama  
 p2 = Perlakuan ke dua  
 pj = Perlakuan ke-j
4. Jumlah kuadrat Kelompok (JK K) =  $\left\{ (Total_{u1}^2 + Total_{u2}^2 + \dots + Total_{uj}^2) / P \right\} - FK$   
 u1 = Kelompok pertama  
 u2 = Kelompok ke dua  
 uj = Kelompok ke-j
5. Jumlah kuadrat total (JK T) = *Jumlah kuadrat tiap data - FK*
6. Jumlah kuadrat galat (JK G) =  $JK T - JK P - JK K$
7. Kuadrat tengah perlakuan (KT P) =  $JK P / db P$
8. Kuadrat tengah kelompok (KT K) =  $JK K / db K$
9. Kuadrat tengah galat (KT G) =  $JK G / db G$
10. F hitung perlakuan ( $F_{hitungP}$ ) =  $KT P / KT G$
11. F hitung kelompok ( $F_{hitungK}$ ) =  $KT K / KT G$

Hasil perhitungan analisis keragaman di salin ke dalam tabel anova (lihat contoh **Tabel 7.3**)

Tabel 7.3 Contoh format hasil analisis ragam Rancangan Acak Kelompok

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (db)	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>	
					0,05	0,01
Perlakuan	db Perlakuan	JK P	JK P/ db Perlakuan	KT P/ KT G		
Kelompok	db Kelompok	JK K	JK K/ db Kelompok	KT K/ KT G		
Galat	db Galat	JK G	JK G/db Galat	-		
Total	db Total	JK T	-			

Berdasarkan tabel sidik ragam, dilakukan uji hipotesis dengan membandingkan  $F_{Hitung}$  dengan  $F_{tabel}$ . Nilai  $F_{tabel}$  ditentukan dengan melihat nilai yang ditunjukkan berdasarkan besarnya db perlakuan dan db galat untuk perlakuan serta db kelompok dan db galat untuk kelompok. Kaidah keputusan yang harus diambil adalah mengikuti kaidah seperti pada Rancangan Acak Lengkap.

### 7.9.3 Rancangan Faktorial

Rancangan faktorial adalah suatu percobaan yang terdiri atas dua faktor atau lebih. Rancangan faktorial dilakukan untuk melihat pengaruh interaksi dari dua faktor yang dicobakan terhadap parameter yang diuji. Percobaan faktorial dapat diterapkan pada RAL dan RAK.

#### **Model Linear**

Model linear pada percobaan faktorial mengikuti model linear pada RAL dan RAK, hanya ditambahkan variabel kelompok A, B serta interaksi A dan B. Sebagai contoh model linear untuk RAK faktorial, sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + A_j + B_k + AB_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

yaitu:  $Y_{ijk}$  (nilai pengamatan pada kolom ke -I, perlakuan A ke-j, perlakuan B ke-k);  $\mu$  (nilai rata-rata umum);  $C_i$  (pengaruh kelompok ke-i);  $A_j$  (pengaruh aditif taraf ke-j dari faktor A);  $B_k$  (pengaruh aditif taraf ke-k dari faktor B);  $AB_{jk}$  (pengaruh interaksi taraf ke-j dari faktor A dan taraf ke-k dari faktor B);  $\varepsilon_{ijk}$  (pengaruh galat percobaan).

### *Analisis Keragaman Percobaan Faktorial*

Analisis sidik ragam percobaan faktorial mencantumkan pengaruh masing-masing perlakuan dan interaksi. Misalnya ada dua perlakuan, yaitu A dan B. Dengan demikian, analisis keragaman dilakukan pada perlakuan A, perlakuan B, dan interaksi antara perlakuan A dan perlakuan B. Perhitungan analisis keragaman percobaan RAK faktorial terdiri atas hal berikut:

1. Menghitung nilai derajat bebas (db).
  - a. Derajat bebas kelompok dihitung dengan rumus jumlah kelompok  $(K) - 1$
  - b. Derajat bebas perlakuan (db perlakuan) dihitung dengan rumus jumlah total perlakuan  $(A \times B) - 1$ . (untuk kasus dua faktor)
  - c. Derajat bebas perlakuan faktor A dihitung dengan rumus jumlah faktor  $A - 1$
  - d. Derajat bebas perlakuan faktor B dihitung dengan rumus jumlah faktor  $B - 1$
  - e. Derajat bebas interaksi faktor A dan faktor B dihitung dengan rumus jumlah  $db A \times db B$
  - f. Derajat bebas total (db total) dihitung dengan rumus banyaknya kelompok  $(K) \times$  banyak faktor A  $\times$  banyaknya faktor B di kurang satu  $= (K \times A \times B) - 1$
  - g. Derajat bebas acak atau galat dihitung dengan rumus derajat bebas total dikurang derajat bebas perlakuan atau db galat  $= db total - db kelompok - db Perlakuan$
2. Menghitung faktor koreksi  $(FK) = (Total^2) / (Kelompok \times Faktor A \times Faktor B)$
3. Jumlah kuadrat kelompok

$$(JK K) \left\{ \left( Total_{k1}^2 + Total_{k2}^2 + \dots + Total_{kj}^2 \right) / K \right\} - FK$$

$k1$  = Kelompok pertama

$k2$  = Kelompok ke dua

$kj$  = Kelompok ke-j

4. Jumlah kuadrat perlakuan

$$(JK P) \left\{ (p_1 + p_2 + \dots + p_j) / n \right\} - FK$$

p1 = Perlakuan pertama

p2 = Perlakuan ke dua

pj = Perlakuan ke-j

5. Jumlah kuadrat faktor A  $(JK A) = (Total_{A1}^2 + Total_{A2}^2 + \dots + Total_{Aj}^2 / n \times B) - FK$

6. Jumlah kuadrat faktor B  $(JK B) = (Total_{B1}^2 + Total_{B2}^2 + \dots + Total_{Bj}^2 / n \times A) - FK$

7. Jumlah kuadrat faktor

$$AB (JK A) = \{ (A_1 B_1^2 + A_1 B_2^2 + A_1 B_3^2 + \dots + A_i B_j^2) / n \} - FK - JK A - JK B$$

8. Jumlah kuadrat total  $(JK T) = (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_i^2) - FK$

9. Jumlah kuadrat galat  $(JK G) = JK T - JK P - JK K$

10. Kuadrat tengah perlakuan  $(KT P) = JK P / db P$

11. Kuadrat tengah kelompok  $(KT K) = JK K / db K$

12. Kuadrat tengah faktor A  $(KTA) = JK A / db A$

13. Kuadrat tengah faktor B  $(KT B) = JK B / db B$

14. Kuadrat tengah interaksi faktor A dan B  $(KT AB) = JK AB / db AB$

15. Kuadrat tengah galat (G)  $(KT G) = JK G / db G$

16. F hitung kelompok  $F_{hitung K} = KT K / KT G$

17. F hitung perlakuan  $F_{hitung P} = KT P / KT G$

18. F hitung kelompok  $F_{hitung K} = KT K / KT G$

19. F hitung faktor A  $F_{hitung A} = KT A / KT G$

20. F hitung faktor B  $F_{hitung B} = KT B / KT G$

21. F hitung interaksi faktor A dan B  $F_{hitung AB} = KT AB / KT G$

Hasil perhitungan analisis keragaman di salin tabel anova (**Tabel 7.4**)

Berdasarkan tabel sidik ragam, dilakukan uji hipotesis dengan membandingkan  $F_{hitung}$  dengan  $F_{Tabel}$ . Nilai  $F_{Tabel}$  ditentukan dengan melihat nilai yang ditunjukkan berdasarkan besarnya db sumber keragaman dan db galat. Sebagai contoh untuk mengetahui  $F_{tabel}$  dari kelompok diperoleh

berdasarkan db kelompok dan db galat. Untuk mengetahui  $F_{Tabel}$  dari perlakuan diperoleh berdasarkan db perlakuan dan db galat. Demikian pula untuk menentukan nilai  $F_{Tabel}$  untuk faktor A, B, dan interaksi AB didapatkan berdasarkan db masing-masing dan db galat. Kaidah keputusan yang harus diambil adalah mengikuti kaidah pada RAL dan RAK.

Tabel 7.4 Contoh format hasil analisis ragam Rancangan Faktorial

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (db)	JK	KT	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$	
					0,05	0,01
Kelompok	db Kelompok	JK K	JK K/db Kelompok	KT K/ KT G		
Perlakuan	db Perlakuan	JK P	JK P/ db Perlakuan	KT P/ KT G		
A	db Faktor A	JK A	JK A/db Faktor A	KT A/ KT G		
B	db Faktor B	JK B	JK B/db Faktor B	KT B/ KT G		
AB	db Interaksi AB	JK AB	JK AB/db Interaksi AB	KT AB/ KT G		
Galat	db Galat	JK G	JK G/db Galat	-		
Total	db Total	JK T	-			

### 7.9.4 Uji Lanjutan

Sebagaimana telah dijelaskan pada RAL dan RAK, baik satu faktor maupun lebih dari satu faktor (faktorial), bahwa jika  $F_{hitung}$  pada sumber keragaman masing-masing menunjukkan lebih besar dari  $F_{Tabel}$ , maka dilakukan proses uji lanjut. Kegunaan uji lanjut adalah peneliti bisa melihat lebih lanjut pasangan perlakuan mana yang memiliki perbedaan nilai tengah atau rata-rata. Hasil uji lanjut dapat menjadi dasar kesimpulan penelitian dan rekomendasi yang bisa diberikan. Jenis uji lanjut ada beberapa, di antaranya adalah uji beda nyata terkecil, uji beda nyata jujur, dan uji *Duncan's multiple range test*.

#### *Uji Beda Nyata Terkecil*

Uji benda nyata terkecil (BNT) biasa juga dikenal dengan uji *Least Significant Difference* (LSD). Uji ini digunakan apabila pengujian nilai tengah perlakuan yang dibandingkan sebelumnya telah direncanakan. Jika tidak terencana, maka tingkat ketepatan uji BNT akan berkurang.

Nilai Pembanding (NP) harus dihitung dahulu pada tahap awal uji BNT. Formula untuk menghitung NP BNT pada taraf nyata  $\alpha$  adalah (nilai t tabel rujuk pada buku statistika), di mana  $t_\alpha$  = nilai pada tabel  $t$  sesuai dengan KT Galat,  $n$  = ulangan.

$$NP\ BNT_\alpha = t_\alpha \sqrt{\frac{(2\ KT\ Galat)}{n}}$$

Untuk menentukan apakah dua nilai tengah untuk dua perlakuan berbeda secara statistika, maka selisih dua nilai tengah perlakuan tersebut dibandingkan dengan NP BNT. Jika selisih dua nilai tengah  $>$  NP BNT, maka dua nilai tengah dikatakan berbeda secara nyata pada taraf  $\alpha$ , sebaliknya jika selisih dua nilai tengah  $\leq$  NP BNT, maka dua nilai tengah dikatakan tidak berbeda nyata.

### *Uji Beda Nyata Jujur*

Uji beda nyata jujur (BNJ) sering disebut juga uji Tukey. Uji ini juga dikenal dengan *Honestly Significant Difference* (HSD). Jenis uji ini dapat digunakan untuk membandingkan semua pasangan perlakuan yang ada. Penggunaan uji ini sangat sederhana, karena hanya menggunakan satu nilai untuk menguji semua kombinasi perlakuan yang akan dibandingkan seperti halnya pada uji BNT. Formula untuk perhitungan nilai BNJ pada taraf nyata  $\alpha$  adalah sebagai berikut ( $q_\alpha$  = nilai pada tabel BNJ di mana  $p$  adalah jumlah perlakuan,  $f_c$  adalah derajat bebas galat, dan  $n$  adalah ulangan):

$$NP\ BNT_\alpha = q_\alpha (p, f_c) X \sqrt{\frac{KT\ Galat}{n}}$$

Perbedaan secara statistik antara dua nilai tengah untuk dua perlakuan dilakukan dengan membandingkan NP BNJ terhadap selisih dua nilai tengah perlakuan tersebut. Proses dan kriteria apakah berbeda nyata atau tidak, seperti pada uji BNT, merujuk pada Tabel BNJ.

### **Contoh 7.7:**

Berdasarkan Tabel Anova pada contoh Rancangan Acak Lengkap di atas diperoleh hasil berbeda nyata pada taraf 0,01. Jumlah perlakuan sebanyak tiga, nilai derajat bebas adalah 6 dan jumlah ulangan sebanyak tiga.

$$NP\ BNJ_{0,01} = 6,33 \times \sqrt{\frac{12}{3}} = 6,33 \times \sqrt{4} = 6,33 \times 2 = 12,66$$

Perlakuan	Selisih dua rata-rata perlakuan
P1 – P2	65,33 – 51,33 = 14
P1 – P3	80,67 – 51,33 = 29,34
P2 – P3	80,67 – 65,33 = 15,34

Karena nilai selisih dua rata-rata dari ketiga perlakuan lebih besar dari Nilai Pembanding BNJ, maka dapat disimpulkan bahwa ketiga perlakuan berbeda nyata pada taraf 0,01.

### *Uji Duncan's Multiple Range Test*

Uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) digunakan untuk membandingkan semua pasangan perlakuan, tetapi tidak perlu memperhatikan jumlah perlakuan yang ada dari percobaan karena masih dapat mempertahankan taraf nyata yang ditetapkan. Penentuan perlakuan yang berbeda dapat dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

1. Mengurutkan nilai rata-rata perlakuan dari terendah ke tertinggi.
2. Menghitung nilai pembanding NP dengan mengalikan nilai pada tabel DMRT (rujuk pada buku statistika) dan standar deviasi (SD). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:
3. Membandingkan selisih nilai tengah perlakuan dengan NP DMRT (sesuai jaraknya) pada rata-rata perlakuan yang telah diurutkan sehingga jarak diketahui.
4. Jika nilai selisih dua rata-rata lebih besar dari NP DMRT, maka hasil berbeda nyata, dan jika lebih kecil maka hasilnya tidak berbeda nyata.

## 7.10 Ringkasan

1. Data dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu data bukan angka (non-numerik atau data kualitatif) dan berupa angka (non-numerik atau data kuantitatif).
2. Statistika dibagi menjadi dua, yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensial. Statistika deskriptif digunakan untuk mendapatkan gambaran atau rangkuman dari sampel atau populasi yang dipelajari. Statistika deskriptif mencakup nilai pusat dan letak, simpangan, dan data proporsi. Statistika inferensial digunakan untuk mengambil keputusan atas suatu populasi dengan mempelajari sampel yang merepresentasikan populasi tersebut.
3. Rancangan percobaan merupakan tahapan yang dilakukan dalam upaya mengumpulkan data. Dalam rancangan percobaan terdapat variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas (*independent variable*) adalah variabel yang tidak tergantung pada variabel lain, sedangkan variabel terikat (*dependent variable*) adalah variabel yang keberadaannya merupakan suatu akibat oleh adanya variabel bebas. Dalam rancangan percobaan terdapat ulangan, pengacakan, dan galat/kesalahan percobaan.
4. Jenis rancangan percobaan yang banyak diterapkan adalah rancangan acak lengkap, rancangan acak kelompok dan rancangan faktorial. Data hasil percobaan diolah secara statistika dengan analisis ragam (*analysis of variance*). Jenis uji lanjut dalam statistika inferensial, di antaranya adalah uji beda nyata terkecil, uji beda nyata jujur, dan uji *Duncan's multiple range test*.

## 7.11 Pustaka

- Daha L. 2011. *Perancangan Percobaan untuk Bidang Biologi dan Pertanian: Teori dan Aplikasinya*. Masagena Press. Makassar, Sulawesi Selatan.
- Harsojuwono BA, Arnata IW, Puspawati GAKD. 2011. *Rancangan Percobaan: Teori, Aplikasi SPSS dan excel*. Lintas Kata Publishing, Malang, Jawa Timur.
- Ross SM. 2014. *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists*. Oxford: Academic Press.
- David W, Djamaris ARA. 2018. *Metode Statistik Untuk Ilmu dan Teknologi Pangan*. UB Press (Universitas Bakri).

## Latihan

**Petunjuk:** Untuk memahami materi pada Bab 7 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar

1. Dalam satu kumpulan data proporsi simpangan baku terbesar adalah
  - a. 1
  - b. 0,5
  - c. 0,25
  - d. Tidak dapat ditentukan, karena tergantung sebaran data
2. Peluang muncul mata satu dan mata tiga dalam satu kali pelemparan satu dadu adalah
  - a.  $1/6$
  - b.  $1/3$
  - c. 0
  - d. 1

3. Diketahui nilai  $Z=0$ . Maka dapat disimpulkan bahwa
  - a.  $\bar{x} > \mu$
  - b.  $\bar{x} = \mu$
  - c.  $\bar{x} < \mu$
  - d. Tidak dapat disimpulkan
4. Manakah di antara pernyataan berikut ini yang benar
  - a. Batas galat dapat dipersempit dengan menambahkan jumlah sampel
  - b. Batas galat tidak dapat diubah
  - c. Tingkat kepercayaan meningkat maka presisi estimasi pun meningkat
  - d. Uji hipotesis tidak ada hubungannya dengan estimasi
5. Seorang dosen Statistika mengubah caranya mengajar agar nilai rata-rata mahasiswa untuk mata kuliah itu lebih besar daripada 60. Hipotesis nol yang perlu dinyatakan oleh dosen adalah:
  - a.  $\mu = 60$
  - b.  $\mu \leq 60$
  - c.  $\mu \neq 60$
  - d.  $\mu \geq 60$
6. Rancangan percobaan yang dikondisikan serbasama (homogen) serta penempatan perlakuannya dalam unit-unit percobaan dilakukan secara acak lengkap
  - a. Rancangan Acak Lengkap
  - b. Rancangan Acak Kelompok
  - c. Rancangan Faktorial
  - d. *Response Surface Methodology*

7. Rancangan percobaan yang sesuai apabila unit percobaan tidak homogen adalah
  - a. Rancangan Acak Lengkap
  - b. Rancangan Acak Kelompok
  - c. Rancangan Faktorial
  - d. *Response Surface Methodology*
8. Uji lanjut yang digunakan untuk membandingkan semua pasangan perlakuan, tetapi tidak perlu memperhatikan jumlah perlakuan yang ada dari percobaan adalah
  - a. Uji beda nyata terkecil
  - b. Uji Turkey
  - c. DMRT
  - d. Uji beda nyata jujur
9. Hasil analisis ragam (Anova) dinyatakan berbeda nyata apabila:
  - a.  $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$
  - b.  $F_{\text{Hitung}} < F_{\text{Tabel}}$
  - c.  $F_{\text{Hitung}} = F_{\text{Tabel}}$
  - d. Tidak dapat disimpulkan
10. Uji lanjut yang sesuai untuk membandingkan semua pasangan perlakuan yang ada.
  - a. Uji beda nyata terkecil
  - b. Uji Turkey
  - c. DMRT
  - d. Anova

## Tugas Mandiri (*Challenge Questions*)

1. Berikan contoh data diskrit dan data kontinu dalam bidang ilmu dan teknologi pangan.
2. Jelaskan faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan ukuran sampel?
3. Buat satu contoh rancangan percobaan (variabel bebas dan variabel terikat) untuk aplikasi di bidang ilmu dan teknologi pangan dengan menerapkan RAL, RAK atau rancangan faktorial.

## Bab

# 8

# Teknik Komunikasi Tulisan dan Lisan

*Nurheni Sri Palupi dan Umi Purwandari*

## 8.1 Pendahuluan

Komunikasi dalam dunia pendidikan merupakan unsur yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan proses pendidikan. Teknik penyampaian informasi baik secara tertulis maupun lisan akan menentukan keberhasilan transfer ilmu pengetahuan dari seseorang kepada orang lain. Bahkan komunikasi juga diperlukan dalam melangsungkan kehidupan bermasyarakat, baik di lingkungan akademik maupun non-akademik. Secara umum, komunikasi merupakan proses penyampaian pesan oleh seseorang atau sekelompok orang sebagai pengirim pesan yang disebut komunikator, kepada penerima atau target pesan yang disebut komunikan. Proses komunikasi dapat dilakukan baik secara langsung melalui lisan maupun secara tidak langsung menggunakan berbagai media seperti radio, televisi, media sosial dan sebagainya. Adapun tujuan komunikasi adalah untuk memengaruhi pemikiran orang lain, mengubah sikap, dan memengaruhi orang lain untuk melakukan sesuatu. Secara umum komunikasi dapat dilakukan secara verbal serta dapat dipahami oleh kedua belah pihak.

Komunikasi tulisan banyak ragamnya, yaitu dalam bentuk tulisan ilmiah, tulisan populer, laporan, surat-menyurat, memo, dan sebagainya. Komunikasi lisan dapat dalam bentuk komunikasi informal dan formal pada forum resmi. Mengingat luasnya lingkup bidang ilmu komunikasi,

maka pembahasan pada Bab 8 dibatasi pada lingkup teknik komunikasi untuk karya ilmiah dan komunikasi lisan pada forum ilmiah. Hal ini karena mahasiswa akan menghadapi tahapan proses penyelesaian tugas akhir yang diwujudkan dalam bentuk karya ilmiah (skripsi, tesis, disertasi, dan jurnal), dan mempresentasikannya dalam forum ilmiah (ujian sidang, dan seminar). Informasi mengenai metode komunikasi tulisan dan lisan yang lain dapat merujuk pada buku yang relevan.

IFT (2018) mensyaratkan komunikasi tulisan dan lisan sebagai kemampuan dasar yang harus dicakup dalam kurikulum pendidikan teknologi pangan. Kemampuan komunikasi tulisan yang harus dicakup adalah prinsip pembuatan tulisan argumentatif yang bersifat teknis (karya ilmiah atau esai) dengan dukungan sumber referensi yang dapat dipertanggungjawabkan. Komunikasi lisan mencakup bagaimana melakukan teknik presentasi secara oral yang baik, mulai dari penyiapan bahan presentasi, dan teknik penyampaiannya dalam suatu forum secara menarik. Di akhir proses pendidikannya, seorang lulusan teknologi pangan harus memiliki kemampuan dalam menyiapkan dokumen dalam bentuk laporan, makalah, dan karya ilmiah, memiliki kemampuan presentasi oral secara baik, serta menyampaikan suatu informasi secara jelas dan menarik kepada berbagai kelompok audien.

Bab 8 ini dibagi menjadi beberapa bagian untuk mengantarkan pada kemampuan komunikasi tulisan dan lisan sebagaimana dijelaskan di atas. Subbab 8.2 membahas komunikasi tulisan yang mencakup metode penulisan ilmiah berdasarkan kaidah penulisan dalam Bahasa Indonesia yang baik dan benar. Komunikasi tulisan diarahkan untuk melatih dalam penulisan karya ilmiah berdasarkan hasil penelitian dan esai argumentatif yang didasarkan pada bukti yang berasal dari sumber primer dan sekunder. Komunikasi tulisan dapat berupa proposal penelitian, makalah seminar, manuskrip publikasi, skripsi dan sebagainya. Subbab 8.3 membahas komunikasi lisan meliputi dasar komunikasi, teknik presentasi mulai dari tahap persiapan materi presentasi hingga teknik presentasi lisan atau secara oral yang bersifat informatif dan persuasif. Pembahasan diarahkan untuk mengenalkan teknik pemilihan dan pengorganisasian materi yang digunakan dalam penyajian secara oral dan berbagai cara untuk memotivasi audien selama presentasi berlangsung. Pembahasan pada bab ini difokuskan pada teknik komunikasi dalam penyajian

karya ilmiah yang berlandaskan ilmu pengetahuan, sehingga memenuhi persyaratan atau kaidah ilmu pengetahuan. Pembahasan lain yang dicakup adalah mengenai etika yang harus diperhatikan dalam penulisan karya ilmiah (subbab 8.4), tahapan proses publikasi karya ilmiah dalam bentuk jurnal yang harus ditempuh mulai dari persiapan naskah hingga publikasi (subbab 8.5), dan mengenali jurnal predator (subbab 8.6).

## 8.2 Teknik Komunikasi Tulisan

Teknik komunikasi tulisan adalah cara berkomunikasi yang dilakukan secara tidak langsung, melalui media berupa tulisan untuk menyampaikan pesan, ide atau gagasan dari seseorang atau sekelompok orang kepada orang lain atau sekelompok orang lain sebagai target atau sasaran penerima pesan. Pesan yang dikirimkan dapat beragam seperti pengalaman hasil praktik seseorang, data hasil pengujian atau analisis, saran atau rekomendasi tertentu, kebijakan atau aturan tertentu, materi pelatihan, praktikum, kuliah dan sebagainya. Umumnya bentuk media tulisan sebagai sarana komunikasi tidak langsung dapat berupa surat kabar, *leaflet*, poster, *banner*, surat, dan sebagainya. Media komunikasi tulisan di bidang akademik dapat berupa laporan praktik lapang, makalah (seminar/kolokium), artikel, skripsi (tugas akhir), tesis, disertasi, dan lain-lain.

Untuk menyajikan karya ilmiah secara tertulis dengan baik, maka salah satu yang diperlukan adalah pengetahuan dan keterampilan tentang teknik komunikasi tulisan. Dalam penulisan sebaiknya menggunakan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar yang dapat dilihat pada Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) yang saat ini juga telah tersedia dalam versi daring. Teknik penulisan yang terkait dengan penyusunan paragraf, kalimat, perhurufan, pengejaan, pemenggalan kata, tanda baca dan lain sebagainya dapat merujuk pada Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia-PUEBI (BPPB-Kemendikbud 2016). Dalam bab ini pembahasan difokuskan pada tulisan ilmiah yang didasarkan pada kaidah penulisan dalam bahasa Indonesia yang baik dan benar. Istilah ilmiah dimaknai sebagai segala sesuatu yang bersifat keilmuan, berlandaskan ilmu pengetahuan, sehingga memenuhi kaidah ilmu pengetahuan.

### 8.2.1 Jenis Karya Ilmiah

Secara umum jenis karya ilmiah yang banyak dihasilkan berupa makalah, artikel, kertas kerja, laporan, skripsi, tesis, dan disertasi.

#### *Makalah*

Makalah merupakan karya ilmiah yang bersifat empiris dan objektif yang menyajikan sebuah penyelesaian masalah berdasarkan berbagai macam data yang dihimpun dari lapangan. Umumnya makalah dipresentasikan dalam sebuah kegiatan seminar.

#### *Artikel*

Istilah artikel mengandung dua arti ditinjau dari konteksnya. Di kalangan para profesional jurnalistik, artikel merupakan suatu karya ilmiah yang memuat pendapat subjektif penulis tentang sebuah peristiwa atau permasalahan tertentu. Namun jika dipandang dari konteks ilmiah, artikel dapat diartikan sebagai karya tulis yang sengaja dirancang untuk dipublikasikan secara luas. Media publikasi ilmiah dapat berupa jurnal atau prosiding yang berisi kumpulan artikel yang dibuat dengan memperhatikan kaidah penulisan ilmiah dan mengikuti pedoman ilmiah yang berlaku pada media publikasi tersebut.

#### *Kertas Kerja*

Kertas kerja atau *work paper* secara umum hampir sama dengan makalah, namun dibuat dengan analisis yang lebih komprehensif dan mendalam serta dipresentasikan pada seminar atau lokakarya di kalangan para ilmuwan.

#### *Laporan*

Laporan merupakan karya tulis yang dihasilkan dari kegiatan praktik untuk menambah wawasan pengetahuan, pengalaman kerja praktis, dan keterampilan yang sesuai dengan bidang keahlian studinya serta untuk meningkatkan daya analisis berdasarkan kaidah ilmiah.

### *Skripsi*

Skripsi merupakan karya tulis ilmiah sebagai tugas akhir mahasiswa pada jenjang pendidikan sarjana. Skripsi berisi tulisan tentang penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi serta pemecahan permasalahan yang ditemui di lapangan dan dapat di pertanggung jawabkan secara ilmiah serta dikerjakan menurut aturan dan tata cara tertentu. Bahan tulisan skripsi dapat berupa hasil kegiatan penelitian di laboratorium atau di lapangan, kajian pustaka, magang dan lain-lain.

### *Tesis*

Tesis merupakan karya tulis ilmiah mahasiswa untuk menyelesaikan program pendidikan pascasarjana pada jenjang magister. Tesis bersifat lebih mendalam dibandingkan dengan skripsi. Tesis mengungkapkan pengetahuan baru yang didapat dari penelitian yang dilakukan.

### *Disertasi*

Disertasi merupakan karya tulis ilmiah yang diperuntukkan bagi mahasiswa program pascasarjana pada jenjang doktor. Disertasi mengemukakan analisis yang dapat dibuktikan oleh penulis berdasarkan data dan fakta yang sah atau valid dengan analisis yang terinci. Disertasi diharapkan dapat menghasilkan temuan atau teori baru (*novelty*) dalam bidang ilmu pengetahuan dan bersifat orisinal.

## 8.2.2 Sistematika Penulisan

Paragraf ini memuat sistematika umum yang dapat digunakan untuk berbagai karya ilmiah dalam menyelesaikan tugas akhir. Karya ilmiah ditulis berpedoman pada kaidah, struktur, serta sistematika penulisan yang penting diperhatikan oleh penulis, sehingga tidak terjadi kesalahan yang tidak memenuhi standar dalam penulisan karya tulis berdasarkan tujuannya. Untuk membuat karya tulis yang memenuhi kaidah penulisan karya tulis ilmiah, terdapat sistematika umum yang terdiri atas bagian pembukaan, bagian utama, dan bagian penutup. Sistematika penulisan karya tulis ini dapat bervariasi di antara perguruan tinggi, bergantung dari kebijakan masing-masing.

### *Bagian Pembukaan*

Bagian pembukaan yang merupakan bagian awal dari suatu karya tulis dalam rangka menyelesaikan tingkat pendidikan tinggi tertentu umumnya berisi: halaman sampul, halaman pernyataan, abstrak atau ringkasan, halaman hak cipta, halaman judul, halaman pengesahan, prakata atau kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran serta glosarium jika diperlukan.

### *Halaman Sampul dan Pernyataan*

Halaman sampul berisi judul karya tulis, nama penulis, logo dan nama institusi penulis. Halaman pernyataan berisi keterangan tentang orisinalitas tulisan yang belum pernah ditulis dalam bentuk apapun serta tidak mengandung unsur plagiarisme.

### *Abstrak atau Ringkasan*

Abstrak memuat penjelasan singkat tentang latar belakang penelitian dilakukan, metode yang digunakan dalam melaksanakan penelitian, hasil penelitian yang dianggap penting dan simpulan utama dari penelitian yang ditulis dalam karya ilmiah. Pada bagian akhir halaman abstrak dicantumkan kata kunci yang terdiri atas maksimal lima kata atau frase yang disajikan dengan urutan sesuai abjad. Ringkasan pada prinsipnya hampir sama dengan abstrak hanya saja memuat latar belakang, metode, hasil dan simpulan yang lebih lengkap disertai penjelasan tentang implikasi dari temuan yang dihasilkan. Umumnya penulisan abstrak diperlukan dalam penulisan skripsi, sedangkan ringkasan untuk penulisan tesis dan disertasi. Abstrak dituliskan dalam satu paragraf, sedangkan ringkasan dapat dibagi menjadi beberapa paragraf.

### *Halaman Hak Cipta, Judul dan Pengesahan*

Halaman hak cipta memuat pernyataan tentang pelimpahan hak cipta dari penulis kepada institusi penerbit karya tulis, khususnya untuk karya ilmiah yang berupa skripsi, tesis dan disertasi. Halaman judul memuat informasi mengenai judul karya tulis, penulis, identitas institusi dan tahun diterbitkan. Halaman pengesahan memuat persetujuan tentang karya ilmiah tersebut yang

diberikan oleh orang atau institusi atau lembaga yang berwenang. Dalam hal karya ilmiah yang dihasilkan sebagai bagian dari penyelesaian tugas akhir pada jenjang pendidikan tinggi tertentu (sarjana, magister, dan doktor), maka halaman ini berisi persetujuan dari orang atau unit di dalam suatu institusi yang mendapatkan otoritas sebagai penanggung jawab. Sebagai contoh halaman pengesahan skripsi memuat persetujuan dari dosen pembimbing dan Ketua Departemen/Jurusan, sedangkan halaman pengesahan tesis dan disertasi memuat persetujuan dari tim komisi pembimbing, ketua program studi dan Dekan Pascasarjana.

### *Prakata atau Kata Pengantar*

Pada umumnya prakata atau kata pengantar berisikan penjelasan mengenai waktu dan tempat dilakukannya kegiatan penelitian. Selain itu juga berisi ucapan terima kasih kepada institusi pemberi dana penelitian, jika kegiatan tersebut tidak bersumber pada dana pribadi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang terlibat atau berkontribusi langsung dalam kegiatan penelitian dan penyusunan karya ilmiah, misalnya dosen pembimbing, penguji, penyedia bahan penelitian, sarana, bantuan teknis di laboratorium atau lapangan dan lain-lain. Pihak yang tidak terlibat secara langsung dalam penyelesaian tugas akhir tidak perlu dicantumkan.

### *Daftar Isi, Tabel, Gambar, dan Lampiran*

Daftar isi memuat rangkaian isi karya tulis secara menyeluruh untuk memberikan gambaran seluruh bagian yang berupa bab dan subbab tulisan berdasarkan susunan tertentu. Daftar tabel, gambar dan lampiran merupakan susunan daftar tersebut yang disajikan berdasarkan urutan kemunculannya di dalam badan tulisan yang diindikasikan dengan urutan penomoran tertentu. Apabila jumlahnya tidak terlalu banyak, daftar tabel, gambar dan lampiran sebaiknya disajikan dalam satu halaman, tidak ada keharusan untuk disajikan pada halaman secara terpisah.

## *Glosarium*

Glosarium memuat daftar istilah khusus yang banyak digunakan dalam suatu karya ilmiah dan dilengkapi dengan penjelasan atau definsinya. Umumnya istilah yang dicantumkan dalam glosarium merupakan istilah yang baru atau tidak umum ditemukan, misalnya definisi spesifik dalam ilmu biologi, mikrobiologi, biokimia dan sebagainya. Daftar tersebut disajikan berdasarkan urutan abjad.

## *Bagian Utama*

Pada umumnya bagian utama karya ilmiah terdiri atas bab Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metode, Hasil dan Pembahasan, Simpulan dan Daftar Pustaka. Pada sebagian panduan sistematika tulisan karya ilmiah sudah tidak memasukkan bab tinjauan pustaka secara khusus dengan pertimbangan telah terintegrasi di dalam bab pendahuluan, hasil dan pembahasan.

## *Pendahuluan*

Bagian pendahuluan umumnya mengemukakan informasi yang terkait dengan latar belakang atas alasan yang melandasi dilakukannya penelitian. Pada bagian ini juga dikemukakan mengenai tujuan berdasarkan perumusan permasalahan, hipotesis atau kerangka pikir jika ada, dan manfaat dari penelitian yang dilakukan.

Latar belakang berisi penjelasan singkat mengenai alasan yang menjadi dasar dilakukannya penelitian. Ulasan dapat dimulai dari fakta, permasalahan atau pendapat yang mendasari dilakukannya penelitian dan tentu saja didukung dengan telaah pustaka yang relevan dengan topik penelitian. Selain itu perlu dijelaskan juga landasan teori dan alasan praktis pentingnya penelitian dilakukan, serta manfaat yang dapat diperoleh.

Perumusan masalah dapat disarikan dari latar belakang permasalahan yang telah dituliskan sebelumnya. Masalah harus dirumuskan dengan jelas dan fokus pada hal utama yang akan dipecahkan atau dijawab melalui rangkaian kegiatan penelitian. Perumusan masalah merupakan bagian terpenting atau inti dari penelitian yang harus dipikirkan dengan cermat.

Tujuan penelitian merupakan pernyataan singkat, padat dan jelas tentang tujuan yang ingin dicapai melalui kegiatan penelitian. Tujuan menjelaskan upaya pemecahan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Tujuan penelitian dituliskan dengan menggunakan kata kerja yang hasilnya dapat diukur, seperti menguraikan, menerangkan, membuktikan, menguji dan sebagainya (bukan menggunakan kata kerja seperti mengetahui, melihat atau memahami). Khusus karya tulis berupa disertasi, dalam bab ini sebaiknya memuat kebaruan (*novelty*) secara jelas. Kebaruan dapat berupa penggunaan bahan, metode atau pendekatan baru untuk memecahkan suatu permasalahan atau berupa perbaikan asumsi yang digunakan dalam penelitian, sehingga dapat memberikan sumbangan yang nyata bagi perkembangan ipteks.

Hipotesis merupakan jawaban sementara dari permasalahan yang ada dan akan dijawab melalui penelitian. Bagian ini memuat pernyataan singkat mengenai teori dan dugaan hasil penelitian yang berkaitan dengan topik atau permasalahan yang akan diteliti, sehingga dapat lebih dari satu pernyataan. Pernyataan hipotesis ini akan menjadi acuan dalam memilih metode yang sesuai agar tujuan penelitian dapat tercapai dan hipotesis dapat diverifikasi.

### *Tinjauan Pustaka*

Bagian ini memuat uraian secara singkat, jelas dan sistematis tentang landasan teori dan kerangka konseptual penelitian berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan latar belakang permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai. Bab tinjauan pustaka mengemukakan batasan logis penelitian yang dapat dijadikan acuan bagi peneliti dalam memilih dan menentukan yang relevan untuk dikaji dalam penelitian. Selain itu, tinjauan pustaka juga mencerminkan hasil kegiatan peninjauan kembali sekumpulan pustaka yang terkait atau relevan dengan permasalahan yang telah dirumuskan. Dengan demikian tinjauan pustaka hendaknya memuat hasil analisis secara kritis hubungan antara artikel jurnal yang telah dipublikasikan oleh para peneliti sebelumnya dengan topik penelitiannya. Setiap pustaka yang diacu dalam bab ini harus dicantumkan dalam daftar pustaka yang terdapat pada bagian penutup.

## *Metode Penelitian*

Dalam penulisannya, bab ini biasanya dibagi menjadi lima subbab, yaitu bahan dan alat, lokasi dan waktu, prosedur percobaan, prosedur atau prinsip pengujian dan analisis data. Subbab bahan dan alat berisikan penjelasan tentang bahan baku penelitian dan bahan kimia yang digunakan. Bahan baku dilengkapi dengan penjelasan mengenai asal bahan diperoleh, sedangkan bahan kimia yang spesifik dilengkapi dengan spesifikasi dan nama produsen bahan kimia atau reagen yang digunakan. Penyebutan merek dagang sebaiknya dihindarkan dalam karya ilmiah.

Subbab lokasi dan waktu memuat penjelasan mengenai tempat dan lama waktu pelaksanaan penelitian. Subbab prosedur penelitian berisi penjelasan mengenai tahapan atau langkah operasional penelitian yang disajikan dengan sistematis, runut, rinci dan lengkap agar dapat diulang (*reproducibel*). Apabila tahapan cukup kompleks dapat diperjelas menggunakan ilustrasi berupa diagram alir. Subbab prosedur dan prinsip pengujian menjelaskan langkah atau prinsip yang dilakukan dalam pengujian disertai dengan pencantuman sumber acuannya. Subbab analisis data memuat cara analisis dan pengolahan data yang kemudian disajikan dan diilustrasikan dalam bab hasil dan pembahasan, serta digunakan untuk membuat kesimpulan dari kegiatan penelitian.

Subbab metode penelitian memuat uraian tentang tahap penelitian, rancangan penelitian, peubah atau variabel beserta cara pengukurannya, teknik pengumpulan data, prosedur pengambilan sampel dan analisis laboratorium, serta analisis data. Metode penelitian dapat berupa percobaan yang dilakukan di laboratorium, percobaan di lapangan dan/atau survei lapangan yang didesain sesuai dengan jenis penelitiannya. Adapun jenis penelitian dapat berupa penelitian deskriptif, komparatif, eksploratif, eksperimental, korelasional, dan sebagainya.

Metode **deskriptif** mempunyai tujuan menjelaskan peristiwa tertentu yang sedang terjadi di masa sekarang dan pada masa lampau. Ada dua jenis metode deskriptif, yaitu *longitudinal* atau sepanjang waktu dan *cross sectional* atau dalam waktu tertentu. Contohnya adalah mengukur tingkat kepuasan konsumen terhadap produk tertentu di pasaran. Penelitian **komparatif** merupakan penelitian yang sifatnya membandingkan, kesamaan atau

perbedaan dari dua lebih sifat objek yang diteliti berdasarkan suatu kerangka pemikiran tertentu. Penelitian **eksploratif** merupakan penelitian yang dilakukan untuk menyelidiki masalah yang belum didefinisikan dengan jelas. Umumnya penelitian dimulai dengan ide yang bersifat umum dan digunakan sebagai media untuk mengidentifikasi masalah yang dapat menjadi fokus atau topik penelitian selanjutnya. Penelitian **eksperimental** biasanya digunakan untuk menguji dampak satu variabel terhadap variabel yang lain. Sebagai contoh penerapan bahan sanitasi tertentu pada peralatan produksi terhadap residu alergen pada produk biskuit. Penelitian **korelasional** biasanya dilakukan untuk menghubungkan antara satu variabel dengan variabel yang lain. Sebagai contoh adalah menganalisis hubungan antara indeks glikemik dengan kandungan amilosa dan amilopektin beras.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa di dalam bab ini banyak memuat hal tentang data, seperti teknik pengumpulan data, pengolahan dan analisis data. Data merupakan sekumpulan informasi yang diperoleh dari penelitian yang perlu diolah lebih lanjut, sehingga dapat memberikan hasil yang bermakna untuk digunakan dalam pengambilan keputusan dalam pemecahan suatu permasalahan. Data menjadi sangat penting karena diperoleh dengan pengukuran terhadap suatu objek melalui kriteria penilaian tertentu. Data yang dikumpulkan harus memenuhi persyaratan: (1) bersifat objektif, yaitu harus sesuai dengan keadaan di lapangan; dan (2) representatif atau dapat mewakili. Dalam metode penelitian umumnya jenis data yang digunakan dibedakan menjadi dua yaitu data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dalam penyajiannya tidak menggunakan angka, sedangkan data kuantitatif biasanya disajikan dalam bentuk angka dan umumnya menggunakan rumus statistika dalam analisisnya. Lihat kembali pembahasan mengenai jenis dan analisis data di Bab 7.

### *Hasil dan Pembahasan*

Bab ini memuat penjelasan mengenai hasil penelitian yang dituliskan secara sistematis sesuai dengan data yang diperoleh pada setiap tahapan penelitian yang dirancang dan analisis data yang dilakukan. Selain hasil, bab ini tentunya juga memuat pembahasan yang berisi pendapat atau argumentasi

penulis secara bebas dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan disajikan dengan singkat, padat, logis dan terarah untuk menjawab tujuan penelitian. Pada beberapa panduan penulisan ilmiah, hasil dan pembahasan dapat dijadikan dalam satu bab, namun dapat pula dipisahkan ke dalam bab masing-masing. Apabila hasil dan pembahasan dijadikan dalam satu bab, pada umumnya hasil disajikan terlebih dahulu dengan mengemukakan temuan penting yang didukung dengan hasil analisisnya, baru kemudian diikuti dengan pembahasan yang dilengkapi dengan landasan teori ilmiahnya.

Dalam pembahasan, tidak hanya sekadar menarasikan hasil penelitian, namun harus dibahas dengan membandingkan hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik penelitiannya. Landasan teori dan argumentasi berdasarkan acuan ilmiah juga penting untuk dikemukakan untuk menguji jawaban sementara yang telah tertuang dalam hipotesis. Dengan demikian pembahasan merupakan sekumpulan argumen mengenai relevansi dan manfaat penelitian yang didukung dengan teori ilmiah, termasuk jika terdapat keterbatasan penelitian yang dilaksanakan.

### *Bagian Penutup*

Bagian penutup yang terletak di bagian akhir karya tulis pada umumnya memuat kesimpulan dari penelitian yang memuat adanya pernyataan solusi terhadap permasalahan yang ingin dijawab melalui kegiatan penelitian. Bagian ini juga dilengkapi dengan saran, daftar pustaka, lampiran dan riwayat hidup penulis.

### *Kesimpulan*

Bab ini merupakan komponen penting dari sebuah karya tulis dan memuat pernyataan singkat berlandaskan hasil yang diperoleh dari penelitian beserta argumentasi penulis untuk menjawab tujuan yang telah dirumuskan sebelumnya. Karya ilmiah yang merupakan hasil penelitian yang menuntut adanya hipotesis, maka hasil pengujian hipotesis penting untuk dinyatakan di dalam kesimpulan. Seringkali terasa sulit untuk membuat kesimpulan yang umumnya disebabkan karena tidak mudah menemukan hal yang menarik atau bermanfaat untuk dituliskan dalam kesimpulan. Padahal kesimpulan

merupakan bagian akhir yang dapat memberikan kesan terakhir yang baik kepada pembaca. Kesimpulan yang baik adalah suatu penjelasan singkat yang dapat sepenuhnya menjawab pertanyaan yang tersurat dalam tujuan, termasuk adanya kebaruan yang tersurat dalam pendahuluan serta dapat meninggalkan kesan yang dapat menggugah ide atau gagasan pembaca. Untuk itu kesimpulan harus dituliskan secara singkat, jelas, dan sistematis berdasarkan hasil analisis, pembahasan, dan pengujian hipotesis penelitian.

### *Saran*

Bab saran berisi berupa implikasi atau harapan dari suatu tindakan yang sebaiknya dilakukan sebagai tindak lanjut dari temuan yang telah dituangkan dalam kesimpulan. Saran hendaknya tidak bersifat umum yang tidak dibahas dan dianalisis dalam penelitian, namun sebaiknya bersifat lebih spesifik yang berkaitan dengan hasil penelitian yang dilakukan. Untuk itu dalam saran hendaknya dikemukakan hal yang sebaiknya diteliti lebih lanjut berdasarkan kekurangan atau keterbatasan dari penelitian yang telah dilakukan.

### *Daftar Pustaka*

Daftar pustaka yang umumnya terdapat di bagian akhir karya tulis merupakan suatu susunan tulisan di akhir sebuah karya ilmiah yang berisi identitas sumber acuan yang digunakan dalam penulisan. Identitas sumber acuan tersebut umumnya mencakup nama penulis, tahun terbit, judul tulisan, jenis sumber acuan, penerbit dan identitas penerbitan. Kriteria yang penting dipertimbangkan dalam memilih pustaka acuan adalah relevan dengan topik yang dibahas, mutakhir berdasarkan perkembangan keilmuan, serta primer berupa hasil penelitian yang bersumber dari jurnal ilmiah atau dokumen paten. Dalam penyusunannya semua pustaka yang diacu di dalam naskah harus dicantumkan dalam daftar pustaka, dan sebaliknya semua yang dituliskan dalam daftar pustaka harus dapat ditemukan dalam naskah. Tatacara penyusunan daftar pustaka selanjutnya akan dibahas pada subbab Teknik Sitasi dan Penyusunan Daftar Pustaka.

### *Lampiran*

Lampiran berisi semua dokumen pendukung atau tambahan yang digunakan dalam karya tulis ilmiah. Setiap lampiran diberi judul dan nomorurut sesuai dengan urutan penyebutannya di dalam naskah untuk memudahkan pembaca menemukannya. Pada umumnya lampiran menyajikan dokumen pelengkap yang erat kaitannya dengan metode, hasil dan pembahasan yang dianggap terlalu rinci untuk disajikan dalam bagian utama. Lampiran dapat berupa hasil analisis data berupa perhitungan statistika, rekapitulasi data mentah, prosedur percobaan, foto dokumentasi kegiatan, kuesioner survei, formulir pengujian sensori, dan sebagainya.

### *Riwayat Hidup*

Secara umum riwayat hidup adalah dokumen atau penjelasan singkat tentang data diri seseorang. Riwayat hidup berisi tentang identitas diri yang mencakup nama lengkap, tempat dan tanggal lahir, nama kedua orang tua dan kedudukannya di dalam keluarga, riwayat pendidikan, riwayat pekerjaan, jabatan dan instansi tempat bekerja (bagi yang telah bekerja), kegiatan di luar akademik yang menunjang proses pendidikan, prestasi yang pernah dicapai, serta publikasi ilmiah yang telah dihasilkan atau diterbitkan yang berkaitan dengan kegiatan penelitiannya. Untuk penulisan skripsi riwayat pendidikan dapat dimulai sejak sekolah menengah atas, sedangkan untuk tesis dan disertasi dapat dimulai sejak tingkat sarjana. Riwayat hidup dibuat secara singkat dan padat dan hanya menyampaikan hal yang relevan dengan kegiatan ilmiah, tidak semua informasi umum tentang penulis.

## 8.2.3 Penulisan Angka, Satuan, Lambang dan Penyajian Ilustrasi

Hal yang penting yang harus diperhatikan dalam penulisan karya ilmiah adalah yang terkait tatacara penulisan angka, satuan, lambang dan penyajian ilustrasi. Secara garis besar hal tersebut dijelaskan sebagai berikut:

## *Penulisan Angka*

Terdapat dua jenis angka yaitu angka arab dan angka romawi yang lazim digunakan sebagai lambang bilangan atau nomor. Angka arab terdiri atas 10 angka dasar (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), sedangkan angka romawi terdiri atas tujuh huruf dasar yang dapat berupa huruf kecil atau huruf besar (kapital) (i, v, x, l, c, d, m atau I, V, X, L, C, D, M). Contoh penulisan angka romawi sebagai berikut: **I**, **II**, **III**, **IV**, **V**, **VI**, **VII**, **VIII**, **IX**, **X**, **XX** (20), **XXX** (30), **XL** (40), **L** (50), **LX** (60), **LXX** (70), **LXX** (80), **XC** (90), **C** (100), **D** (500), **M** (1.000), **V** (5.000), dan **M** (1.000.000).

Penulisan bilangan dalam teks menggunakan huruf apabila bilangan tersebut dapat dinyatakan dengan satu atau dua kata, misalnya tahapan proses pencucian dilakukan sebanyak dua kali. Bilangan ditulis dengan huruf, jika dipakai secara berurutan seperti dalam perincian, misalnya: Kandungan karbohidrat, protein, lemak sampel berturut-turut adalah 35, 30, 15 persen. Bilangan yang terletak pada awal kalimat ditulis dengan huruf, jika diperlukan susunan kalimatnya dapat disesuaikan. Sebagai contoh penulisan bilangan dalam kalimat yang betul adalah: “Dua puluh lima miligram sampel ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam wadah”, bukan “25 mg sampel ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam wadah”. Apabila bilangan pada awal kalimat tidak dapat dinyatakan dengan satu atau dua kata, susunan kalimatnya diubah.

Selain itu, angka yang menunjukkan bilangan besar dapat ditulis sebagian dengan huruf agar lebih mudah dibaca, misalnya “Total biaya penelitian yang diperlukan sebesar 300 juta rupiah”, bukan “Total biaya penelitian yang diperlukan sebesar 300.000.000 rupiah”. Angka juga banyak digunakan untuk menyatakan ukuran (panjang, berat, luas, isi, waktu) dan nilai uang, misalnya 5 meter, 2 kilogram, 4 bulan, 1 liter, 3 jam 30 menit, dan Rp10.000,00. Penulisan bilangan dengan huruf juga digunakan untuk penulisan bilangan utuh (misalnya dua belas untuk 12, lima ribu untuk 5.000, dsb) dan bilangan pecahan (misalnya setengah untuk  $\frac{1}{2}$  atau 0,5, tiga perempat untuk  $\frac{3}{4}$  atau 0,75, dsb).

## *Penulisan Satuan dan Lambang*

Dalam penulisan ilmiah, penulisan satuan dan lambang hendaknya mengacu pada sistem Satuan Internasional (SI). Sistem SI merupakan bentuk pembaharuan dari sistem metrik dan saat ini menjadi sistem pengukuran yang paling umum digunakan. Penulisan satuan SI dapat menggunakan sumber acuan yang dikeluarkan oleh *National Institute of Standards and Technology*, US (NIST 2010) dan yang telah dipublikasikan dalam bentuk buku dan jurnal (Taylor *et al.* 2008; Taylor 2011). Sistem ini terdiri atas sebuah sistem satuan pengukuran yang koheren yang terpusat **tujuh satuan dasar**, yaitu detik, meter, kilogram, ampere, kelvin, mol, dan kandela (**Tabel 8.1**).

Tabel 8.1 Satuan dan lambang dasar Sistem Internasional

Nama Satuan Dasar	Lambang Satuan	Lambang Dimensi	Nama Besaran
detik <sup>[a]</sup>	s	T	waktu
meter	m	L	panjang
kilogram <sup>[b]</sup>	kg	M	massa
ampere	A	I	arus listrik
kelvin	K	$\Theta$	suhu termodinamika
mol	mol	N	jumlah zat
kandela	cd	J	intensitas cahaya

Keterangan: <sup>[a]</sup> Sekon (bahasa Inggris: second) adalah kata alternatif untuk detik. <sup>[b]</sup> Meskipun ada awalan “kilo-”, kilogram adalah satuan dasar massa.

Satuan dasar juga dilengkapi dengan 20 awalan untuk nama dan simbol satuan yang dapat digunakan saat menentukan kelipatan dan pecahan satuan. Sistem satuan tersebut juga digunakan sebagai dasar penentuan nama dari **22 satuan turunan** untuk besaran umum lainnya, seperti lumen (fluks cahaya) dan watt (daya). Satuan dasar SI adalah fondasi dari sistem satuan turunan yang dibentuk dengan perkalian, perpangkatan, atau pembagian satuan dasar. Satuan turunan berhubungan dengan besaran turunan, sebagai contoh satuan turunan “kecepatan” adalah besaran yang diturunkan dari besaran dasar “waktu” dan “panjang”, maka satuan turunan dalam SI adalah meter per sekon (m/s). Dimensi satuan turunan dapat dituliskan dalam dimensi satuan dasar.

Penggunaan awalan satuan SI berupa nilai desimal yang merupakan kelipatan dari kilogram (kg) dituliskan dengan menggabungkan awalan SI dengan g (gram) **bukan** kilogram (kg). Sebagai contoh untuk menyatakan kelipatan  $10^{-6}$ g dituliskan  $\mu\text{g}$  bukan  $\mu\text{kg}$ . Awalan satuan SI dapat digabungkan dengan satuan dasar dan satuan turunan, misalnya  $\mu\text{mol}$ , km, MHz, dan sebagainya. Penulisan angka yang diikuti satuan dituliskan dengan memberikan jarak atau spasi, misalnya 100 kg, 30 N, dan  $25^\circ\text{C}$  **bukan** 100kg, 30N dan  $25^\circ\text{C}$  atau  $25^\circ\text{C}$ . Lambang ukuran dituliskan dengan huruf miring (*italic*), lambang untuk satuan ditulis tegak, misalnya untuk daya dituliskan dengan  $W$ , sedangkan satuannya  $\text{W}$  (watt) sehingga menjadi  $W = 40\text{ W}$  atau  $W = 40\text{ watt}$ . Penggunaan spasi juga harus diperhatikan dalam penulisan operasi aritmatika, misalnya  $y = ax + b$  (bukan  $y=ax+b$ ),  $a < b < c$  (bukan  $a<b<c$ ),  $\log x$  (bukan  $\log x$ ) dan sebagainya. Selain lambang untuk penulisan satuan dasar dan turunan serta lambang artimatika, juga terdapat lambang yang sering digunakan untuk penyajian diagram alir, misalnya lambang untuk inisiasi atau terminasi (○), proses (□), proses alternatif (◇), data (▣), ekstrak (△) dan sebagainya.

### *Penyajian Ilustrasi*

Ilustrasi merupakan bentuk penyajian informasi dalam karya ilmiah yang sangat penting untuk memperjelas dan memudahkan pemahaman dari suatu penjelasan yang disajikan dalam bentuk teks. Ilustrasi dapat berbentuk tabel, grafik, diagram lingkaran (*pie chart*), diagram alir, foto dan gambar. Dengan bantuan ilustrasi maka informasi yang disajikan akan lebih efektif dalam menjelaskan hubungan antara peubah dan dalam menggunakan kalimat untuk menjelaskan. Hal yang penting untuk diperhatikan dalam penyajian ilustrasi adalah harus menarik dan dapat menjelaskan secara mandiri (*self explanation*) isi yang terkandung dalam ilustrasi tersebut. Jadi ilustrasi harus disajikan dengan jelas teliti dan lengkap, tanpa memerlukan penjelasan tambahan bagi pembaca. Dalam tulisan ilmiah, pada umumnya ilustrasi dibagi menjadi tabel dan gambar. Ilustrasi tabel berbentuk tabel, sedangkan ilustrasi gambar dapat berbentuk grafik, foto, diagram alir, gambar peta, dan sebagainya.

### *Penyajian Dalam Bentuk Tabel*

Ilustrasi berupa tabel biasanya digunakan jika peubah yang digunakan cukup banyak dan satuannya tidak sama, sementara gambar umumnya hanya terdiri atas dua sumbu  $x$  dan  $y$ . Umumnya tabel digunakan untuk menampilkan berbagai macam informasi yang berupa data nilai numerik, rangkuman informasi berupa teks, dan informasi lain yang terlalu rumit jika dijelaskan dalam teks. Data yang disampaikan dalam tabel sebaiknya data yang penting saja, karena tabel merupakan sarana untuk membangun argumen dan sebaiknya dapat menyampaikan pesan dengan jelas. Tabel yang terlalu rumit dan menampilkan terlalu banyak data sebaiknya dihindarkan.

Tabel tersusun dari lima bagian, yaitu (1) nomor dan judul tabel; (2) kepala baris atau judul baris (kolom paling kiri); (3) kepala kolom atau judul kolom (baris paling atas); (4) medan informasi yang berisi data tabel; (5) catatan kaki yang dapat memuat sumber data, catatan hasil uji statistik, dan sebagainya. **Judul tabel** harus disusun untuk mendeskripsikan data yang disajikan secara jelas, akurat dan lengkap. **Judul kolom** berada pada bagian paling atas tabel harus dapat mengidentifikasi, dan menjelaskan data yang ditampilkan pada setiap kolom dan dapat memberikan informasi terstruktur yang dilengkapi dengan satuan ukuran, waktu, dan lain sebagainya. Kolom juga dapat diberikan nomor kolom untuk memudahkan saat penjelasan dalam teks harus merujuk ke kolom tertentu. **Judul baris** yang terdapat pada kolom pertama tabel digunakan untuk mengidentifikasi data yang ditampilkan pada setiap baris. **Medan informasi** adalah area di bawah kepala kolom dan di kanan kepala baris yang berisi data yang disajikan di dalam suatu tabel. **Catatan kaki** terletak di bagian bawah tabel, digunakan untuk memberikan keterangan tambahan yang dibutuhkan untuk memperjelas tabel. Keterangan dapat berupa asal atau sumber data dan metode pengumpulan data yang digunakan.

Dalam penyajiannya, secara umum disarankan tabel yang berbentuk pendek dan lebar dibandingkan dengan bentuk yang panjang dan sempit. Tabel yang dapat disajikan dalam satu halaman sebaiknya tidak dipenggal, kecuali tabel yang relatif panjang sehingga perlu disajikan lebih dari satu halaman. Tabel yang demikian dapat dipenggal dan disajikan pada halaman

berikutnya dengan dilengkapi informasi judul tabel (lanjutan) dan kepala kolom. Semua data dalam tabel harus jelas satuannya dan dituliskan dengan prinsip efisiensi dengan tidak mengulang satuan data yang sama dalam satu baris atau kolom. Jika dalam satu kolom atau baris satuannya sama, sebaiknya satuan di tuliskan dalam kepala baris atau kepala kolom. Data yang berupa angka sebaiknya disajikan dalam posisi desimal yang sama. Pengaturan data berupa angka tanpa desimal sebaiknya pada posisi rata kanan, sedangkan data nonnumerik pada posisi rata kiri. Penyajian jumlah angka kecil lebih dianjurkan dibandingkan jumlah angka yang besar, sebagai contoh penulisan  $2,5 \times 10^7$  lebih baik daripada 250.000.000.

### *Penyajian Dalam Bentuk Gambar*

Gambar merupakan bentuk ilustrasi lain yang dapat menyajikan suatu konsep yang terlalu kompleks apabila dijelaskan dengan kata dalam teks. Dalam pemilihan jenis gambar sebaiknya dipertimbangkan relevansinya dengan topik dan disesuaikan pesan yang ingin disampaikan melalui gambar tersebut. Sebagaimana telah disebutkan bahwa gambar terdiri atas grafik, diagram lempeng (*pie chart*), diagram alir, foto dan gambar.

Terdapat empat macam grafik, yaitu grafik dua-peubah, grafik tiga peubah, histogram dan grafik batang (*bar chart*). Grafik dua-peubah merupakan jenis ilustrasi yang digunakan untuk menunjukkan hubungan antara dua peubah kontinu pada kisaran nilai tertentu. Peubah tak bebas sebagai sumbu y dan peubah bebas pada sumbu x. Grafik tiga-peubah berbentuk tiga dimensi sebagai hasil dari kemajuan teknologi komputer. Dua peubah bebas masing-masing pada sumbu x dan y pada bagian dasar grafik tiga dimesi serta peubah tak bebas pada sumbu z pada dimensi ketiga. Histogram merupakan jenis grafik dengan dua-peubah yang salah satunya dinyatakan sebagai interval yang ditandai dengan marka pada sumbu x pada batas intervalnya. Grafik batang merupakan jenis grafik dengan salah satu sumbu menunjukkan peubah data dan sumbu lainnya menunjukkan kategori. Nilai pada sumbu peubah bersifat kontinu, sedangkan sumbu kategori tidak bersifat kontinu.

Diagram lempeng digunakan untuk membandingkan data dari berbagai kategori dengan mengubah besaran data ke dalam sudut yang setara dalam suatu lingkaran. Dengan diagram ini dapat ditunjukkan hubungan berbagai komponen dan komposisinya. Diagram alir digunakan untuk menunjukkan aliran proses atau tahapan kegiatan yang saling berkaitan.

Foto dan gambar merupakan jenis ilustrasi yang digunakan untuk memberikan gambaran secara konkret tentang bahan, proses, rancangan peralatan, rancangan produk, dan sebagainya. Foto atau gambar dalam karya ilmiah seharusnya merupakan hasil karya sendiri, jika diambil dari publikasi lain harus memperoleh izin dari penerbit karya ilmiah tersebut. Persetujuan penggunaan (direproduksi, digambar ulang atau dimodifikasi) harus dituliskan setelah judul gambar dan diikuti dengan mencantumkan nama penerbit.

## 8.2.4 Teknik Sitasi dan Penyusunan Daftar Pustaka

Teknik sitasi adalah cara melakukan sitasi atau pengutipan sumber acuan atau pustaka dari sejumlah dokumen ilmiah yang digunakan atau dirujuk dalam sebuah karya tulis. Cara sitasi atau pengutipan dilakukan untuk memperkuat argumen atau gagasan dalam sebuah tulisan. Dengan melakukan sitasi atau pengutipan maka seseorang telah menghargai hasil penelitian orang lain untuk mendukung hasil penelitiannya. Cara sitasi atau mengutip harus dilakukan secara benar agar tidak melanggar etika ilmiah. Pada saat mencantumkan karya atau pendapat orang lain dalam karya tulisnya, penulis wajib menuliskan sumber acuannya. Seluruh sumber acuan atau pustaka yang dirujuk dalam karya ilmiah harus disusun dalam daftar pustaka yang secara umum terletak di bagian akhir sebuah karya tulis. Terdapat beberapa teknik penulisan sumber acuan, antara lain: (1) *American Mathematical Society* (AMS); (2) *American Psychological Association* (APA); (3) *Council of Science Editors* (CSE); dan (4) *Modern Language Association of America* (MLA). Untuk bidang teknologi pangan dan pertanian, umumnya mengacu teknik penulisan dari CSE (CSE 2006).

Terdapat dua macam teknik sitasi atau sistem pengutipan yang dikenal, yaitu sistem Harvard (nama-tahun) dan sistem Vancouver (penomoran). Secara umum, pada sistem nama-tahun, sumber acuan di dalam teks atau

naskah ilmiah dinyatakan dengan nama penulis dan tahun terbit, sedangkan informasi lainnya dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir karya tulis dan disusun menurut abjad nama penulis. Pada sistem penomoran, sumber acuan di dalam teks disusun dengan memberikan nomor urut berdasarkan urutan penyebutannya dalam teks dan disusun di dalam daftar pustaka berdasarkan nomor urut, bukan abjad.

Dalam penulisan karya ilmiah yang merupakan persyaratan studi di suatu perguruan tinggi atau penulisan dalam jurnal ilmiah, pemilihan teknik sitasi atau sistem pengutipan ini pada umumnya tercantum dalam panduan penulisan yang telah ditetapkan oleh insitusi atau redaksi jurnal. Saat ini sebagian besar menggunakan sistem nama-tahun yang secara teknis lebih mudah dan sederhana.

### *Teknik Sitasi*

Secara umum terdapat dua macam sitasi atau kutipan, yaitu sitasi langsung dan tidak langsung. Sitasi langsung merupakan pernyataan yang dituliskan sama persis dengan yang dituliskan pada suatu sumber acuan, yang dapat berupa sitasi singkat (kurang dari empat baris) atau panjang (lebih dari empat baris). Kutipan tidak langsung merupakan pernyataan yang dituliskan kembali oleh penulis menggunakan gaya bahasanya berdasarkan pernyataan yang dibaca atau didengar dari sumber lain tanpa mengubah makna.

Penulisan sitasi atau sumber acuan di dalam teks cukup menggunakan nama keluarga atau nama akhir penulis. Apabila penulis hanya terdiri atas satu orang, langsung dituliskan nama akhir atau nama keluarganya, sedangkan jika terdiri atas dua orang penulis dituliskan nama keduanya, namun jika penulis lebih dari dua orang dituliskan nama keluarga penulis pertama dan diikuti dengan singkatan *et al.* dalam huruf *italic* atau cetak miring. Misalnya nama penulis Nurheni Sri Palupi atau Umi Purwandari sebagai penulis tunggal, maka ditulis hanya Palupi atau Purwandari dan diikuti dengan tahun terbit. Jika penulis dua orang, misalnya Nurheni Sri Palupi dan Umi Purwandari, maka sumber acuan dalam teks dituliskan Palupi dan Purwandari yang diikuti tahun terbit. Jika penulis lebih dari dua orang, misalnya Nurheni Sri Palupi, Umi Purwandari dan Feri Kusnandar, maka sumber acuannya adalah Palupi *et al.* dan diikuti dengan tahun terbit.

Selain nama perorangan, penulis dapat merupakan suatu lembaga atau institusi, maka penulisan sumber acuannya menggunakan singkatan atau akronimnya. Sebagai contoh BPOM RI untuk Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia, Fateta IPB untuk Fakultas Teknologi Pertanian Insitut Pertanian Bogor dan sebagainya.

Sitasi atau kutipan dapat berasal dari satu atau lebih sumber acuan, yang dapat ditulis oleh orang yang sama atau orang yang berbeda. Jika dua atau lebih sumber acuan ditulis oleh orang yang sama, maka penulisan sumber acuan dalam teks menggunakan nama keluarga dan diikuti dengan tahun terbit berdasarkan urutan waktu secara kronologis. Misalnya nama keluarga penulis XXX dan tahun terbit sumber acuan 2018 dan 2019, maka dituliskan:

..... (XXX 2018, 2019)

Apabila terdapat lebih dari dua sumber acuan ditulis satu orang yang sama pada tahun yang sama, maka penulisannya setelah tahun ditambahkan huruf a, b, dan seterusnya yang mengindikasikan kronologi waktu publikasinya. Contoh penulisannya sebagai berikut:

..... (XXX 2018a, 2018b) atau ... XXX (2018a, 2018b) ....

Jika penulis yang berbeda mempunyai dua nama keluarga yang sama dan menulis pada tahun yang sama, misalnya Nurheni Sri Palupi (NS XXX) dan Dewi Palupi (D XXX) menulis pada tahun 2019, maka penulisan sumber acuan sebagai berikut:

..... (XXX NS 2018; XXX D 2018) atau ... XXX NS (2018)  
dan XXX D (2018) ....

Penulisan sumber acuan yang ditulis oleh dua orang penulis dilakukan dengan menggunakan kata penghubung **dan** (dalam Bahasa Indonesia) atau **and** (dalam Bahasa Inggris). Misalnya sumber acuan dari oleh Nurheni Sri Palupi (NS XXX) dan Umi Purwandari (U YYY) pada tahun 2018 dituliskan sebagai berikut:

..... (XXX dan YYY 2018) atau ..... XXX dan YYY (2018) .....

..... (XXX and YYY 2018) atau ..... XXX and YYY (2018) .....

Namun jika sumber acuan ditulis oleh dua orang penulis dan mempunyai nama keluarga yang sama, maka dituliskan dengan menambahkan inisial. Misalnya sumber acuan yang dituliskan oleh Nurheni Sri Palupi (NS XXX) dan Dewi Palupi (D XXX) tahun 2019, maka dituliskan sebagai berikut:

..... (XXX NS dan XXX D 2019) atau ..... XXX NS  
dan XXX D (2019) ....

Apabila sumber acuan dituliskan oleh lebih dari tiga orang atau lebih, maka sumber acuan dalam teks hanya dituliskan dengan nama keluarga penulis pertama dan diikuti dengan *et al.* serta tahun terbit. Misalnya sumber acuan ditulis oleh Nurheni Sri Palupi (NS XXX), Umi Purwandari (U YYY) dan Feri Kusnandar (F ZZZ) pada tahun 2019, maka dalam teks dituliskan:

..... (XXX et al. 2019) atau ..... XXX et al. (2019) ....

Penulisan nama institusi sebagai sumber acuan dalam teks dituliskan dalam bentuk singkatannya. Misalnya sumber acuan dari Badan Pengawasan Obat dan Makanan yang terbit tahun 2019, dituliskan sebagai berikut:

..... (BPOM 2019) atau ..... BPOM (2019) .....

Sumber acuan yang telah diterima untuk publikasi namun masih dalam proses penerbitan dapat diacu dengan penulisan dalam teks sebagai berikut:

..... (XXX, siap terbit) atau ... XXX (siap terbit) ....

Selain ketentuan yang sudah dijelaskan sebelumnya, terdapat beberapa catatan yang sebaiknya menjadi perhatian dalam penulisan sumber acuan. Sebaiknya dihindarkan penulisan sumber acuan yang tidak dilengkapi dengan nama penulis. Terkadang sumber acuan yang penting tidak mencantumkan tahun terbit karena terbitan yang sudah terlalu lama, maka dapat dituliskan dengan memberikan keterangan **tahun tidak diketahui** yang diletakkan diantara tanda kurung siku setelah nama penulis. Artikel yang sedang disampaikan ke redaksi suatu jurnal untuk proses publikasi belum dapat digunakan sebagai sumber acuan, sebelum mendapatkan pernyataan dapat diterbitkan dari redaksi suatu jurnal. Selain itu, dianjurkan untuk

menggunakan sumber acuan primer (acuan yang langsung dibaca oleh penulis) dan sebaliknya, sangat tidak dianjurkan menuliskan sumber acuan sekunder (diambil dari karya orang lain dan tidak langsung dibaca oleh penulis).

### *Penyusunan Daftar Pustaka*

Secara umum daftar pustaka terletak pada bagian akhir sebuah karya ilmiah yang merupakan daftar dari seluruh sumber acuan yang digunakan dalam tulisan dan disusun mengikuti aturan penulisan tertentu. Tujuan penyusunan daftar pustaka adalah untuk menunjukkan bahwa argumentasi dalam suatu tulisan atau karya ilmiah tidak hanya didasarkan atas pemikiran atau gagasan penulis, namun telah mempertimbangkan berbagai pemikiran dari orang lain yang relevan. Adapun manfaatnya antara lain: (1) untuk mengarahkan pembaca ke rujukan lain yang terkait dengan pembahasan di dalam karya ilmiah; (2) untuk memberikan informasi tentang tempat dan waktu penerbitan buku rujukan, sehingga dapat menunjukkan relevansi atau keakuratan isi karya ilmiah; (3) untuk menunjukkan kredibilitas isi dan pembahasan dalam karya tulis, semakin banyak daftar pustaka dengan adanya keterkaitan antar pustaka, maka karya ilmiah tersebut lebih dapat dipertanggungjawabkan; dan (4) untuk memberikan pengakuan dan penghargaan atas karya orang lain yang tulisannya dirujuk; dan (5) untuk menghindarkan tindakan plagiasi.

Daftar pustaka ditulis dengan susunan tertentu berdasarkan suatu sistem pengutipan atau sitasi. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, pada sistem Harvard (nama-tahun) daftar pustaka disusun berdasarkan urutan abjad huruf pertama pada nama penulis, sedangkan pada sistem Vancouver (penomoran) disusun dengan pemberian nomor secara berurutan berdasarkan urutan penulisan sumber acuan dalam teks. Beberapa informasi yang diperlukan dalam penyusunan daftar pustaka yang bersumber dari jurnal ilmiah meliputi: nama penulis, tahun terbit, nama jurnal ilmiah, volume, nomor edisi dan halaman, sedangkan yang bersumber dari buku meliputi nama penulis, tahun terbit, judul buku, nama penerbit dan kota penerbitan yang dituliskan menggunakan kode negara. Informasi tersebut diperlukan baik untuk penulisan daftar pustaka berdasarkan sistem nama-tahun maupun sistem nomor.

Panduan penulisan daftar pustaka secara terperinci umumnya diberikan oleh institusi atau lembaga pendidikan tertentu atau oleh pengelola jurnal ilmiah yang tertuang dalam panduan penulisannya. Untuk itu seorang penulis hendaknya membaca dan mempelajari panduan yang telah diberikan dengan seksama, sesuai dengan tujuan penulisan dan penerbitannya.

Dewasa ini perangkat lunak yang paling banyak digunakan dalam penulisan karya ilmiah yaitu mesin pengolah kata *Microsoft Word* yang dilengkapi dengan fasilitas untuk menulis referensi, seperti daftar pustaka dan sitasi. Fasilitas yang dapat digunakan untuk merujuk dan menyusun referensi sudah memadai, meskipun penelusuran dan penyimpanan pustakanya belum dapat dilakukan secara otomatis dari sumber internet. Fasilitas ini dapat digunakan oleh pengguna *Microsoft Word* sehingga dapat menyusun sitasi dengan mudah, cepat dan otomatis. Untuk itu langkah teknis penggunaannya dalam penulisan ilmiah perlu dipelajari berdasarkan tuntunan atau panduan yang dapat diperoleh dengan mudah dari sumber internet.

### 8.3 Teknik Komunikasi Lisan

Seperti halnya teknik komunikasi tulisan, teknik komunikasi lisan adalah cara untuk menyampaikan pesan, ide atau gagasan dari seseorang atau sekelompok orang kepada orang lain atau sekelompok orang lain secara langsung. Secara umum, komunikasi dapat dimaknai sebagai suatu proses saat seseorang maupun sekelompok orang menggunakan sejumlah informasi agar saling terhubung secara verbal, sehingga tercipta kesamaan makna antara kedua belah pihak yang saling berkomunikasi. Materi komunikasi atau pesan yang disampaikan dapat berupa ilmu dan teknologi baru, hasil pengalaman praktik seseorang, hasil pengujian atau analisis dalam kegiatan penelitian, saran atau rekomendasi dari hasil kegiatan survei lapangan, dan lain sebagainya. Di dunia perguruan tinggi, komunikasi lisan secara formal banyak digunakan dalam pertemuan ilmiah seperti seminar, *workshop*, konferensi, dan sebagainya. Tentu saja dalam hal tersebut diperlukan pengetahuan dan keterampilan agar komunikasi dapat berlangsung secara efektif dan efisien sesuai dengan tujuannya.

### 8.3.1 Metode Komunikasi Lisan

Secara umum metode komunikasi diklasifikasikan berdasarkan teknik komunikasi, indera penerima dan jumlah sasaran. Berdasarkan teknik komunikasi terdapat metode langsung (orang yang terlibat dalam proses komunikasi langsung bertemu dalam suatu tempat) dan tidak langsung (orang yang terlibat dalam proses komunikasi tidak saling bertemu). Metode langsung merupakan proses komunikasi melalui pertemuan, kunjungan, demonstrasi dan lain-lain, sedangkan metode tidak langsung melalui media cetak, media elektronik, pameran, dan sebagainya.

Berdasarkan indera penerima, metode komunikasi dapat dibedakan menjadi komunikasi melalui indera penglihatan, pendengaran dan kombinasi keduanya. Contoh komunikasi yang melibatkan indera penglihatan berupa *leaflet*, poster, spanduk, dan lain-lain. Komunikasi yang melibatkan indera pendengaran misalnya melalui radio, telepon dan sebagainya. Komunikasi yang melibatkan kedua indera tersebut contohnya adalah komunikasi melalui televisi, film, *overhead projector*, *LCD projector* dan sebagainya. Pada umumnya komunikasi dalam forum ilmiah melibatkan kombinasi indera pendengaran dan penglihatan.

Berdasarkan jumlah sasarnya, metode komunikasi dibedakan menjadi komunikasi perorangan, kelompok dan massal. Jumlah kelompok sasaran tersebut akan menentukan pemilihan metode komunikasi mulai dari persiapan materi sampai metode penyampaian pesannya. Komunikasi perorangan bisa jadi tidak memerlukan persiapan materi secara khusus karena dapat disampaikan langsung secara efektif. Namun jika jumlah sasaran bersifat kelompok atau massal, maka diperlukan persiapan khusus, agar materi dapat dengan mudah dipahami oleh kelompok sasaran yang jumlahnya cukup besar. Selain itu sarana komunikasi perorangan juga tidak akan sama dengan komunikasi kelompok atau massal yang memerlukan bantuan sarana berupa media komunikasi yang lebih kompleks.

Agar proses komunikasi dapat berlangsung efektif, umumnya diperlukan alat atau media sebagai sarana komunikasi, baik dalam komunikasi langsung maupun tidak langsung secara tidak langsung. Saat ini terdapat berbagai jenis media komunikasi yang dapat membantu proses komunikasi dan dapat

diperoleh dengan mudah. Namun demikian terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihannya sebelum digunakan agar dapat berlangsung secara efektif. Faktor yang harus diperhatikan antara lain: latar belakang penerima pesan, isi pesan, kemampuan komunikator dan ketersediaan media komunikasi. Latar belakang penerima pesan (komunikannya) penting untuk diperhatikan. Hal ini berkaitan dengan tingkat kedalaman materi atau pesan yang harus disiapkan dan disampaikan dalam proses komunikasi.

Pesan diharapkan tidak terlalu rumit atau dalam sehingga mudah dimengerti oleh penerima pesan. Bahasa penyampaian yang digunakan harus disesuaikan latar belakang penerima pesan, misalnya usia, tingkat pendidikan, heterogenitas dan sebagainya. Kemampuan komunikator dalam menggunakan media komunikasi juga penting agar tidak terkesan berlebihan atau sebaliknya, kurang paham dengan media yang digunakan. Terakhir ketersediaan media komunikasi di lokasi juga menentukan pemilihan metode komunikasi. Media yang banyak digunakan untuk komunikasi ilmiah secara lisan umumnya berupa perangkat keras *LCD projector* dan *laptop* serta perangkat lunak berupa aplikasi *Microsoft Powerpoint*. Namun demikian metode yang digunakan harus disesuaikan dengan ketersediaannya di lokasi.

### 8.3.2 Sasaran dan Tujuan Komunikasi Lisan

Sasaran komunikasi merupakan sekelompok orang yang menjadi target tujuan komunikasi. Sasaran komunikasi dapat berupa mahasiswa, anak-anak, masyarakat umum, peserta pelatihan dan sebagainya yang menjadi target terjadinya perubahan yang menjadi tujuan komunikasi. Perubahan pada target yang diinginkan dalam proses komunikasi dapat berupa peningkatan pengetahuan, keterampilan, perubahan sikap dan lain-lain sehingga kelompok sasaran dapat menjadi lebih produktif, kreatif dan terampil dalam melakukan sesuatu.

Secara umum tujuan komunikasi adalah terjadinya perubahan pengetahuan, keterampilan dan perilaku kelompok sasaran sesuai dengan tujuan penyampaian pesan yang dilakukan oleh komunikator. Dalam berkomunikasi, bukan hanya sekedar menyampaikan pesan dan informasi saja, tetapi komunikasi harus dapat membentuk makna sesuai tujuannya.

Tujuan komunikasi dapat dilihat dari dua sudut pandang yaitu kepentingan komunikator atau pengirim pesan dan kepentingan komunikan atau penerima pesan. Bagi komunikator, komunikasi antara lain bertujuan untuk menyebarkan informasi, pengetahuan, dan keterampilan yang dimiliki sehingga lebih dikenal kepakarannya dan meningkatkan kredibilitasnya. Bagi kelompok target, tujuan komunikasi adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan wawasan, mengubah perilaku, serta meningkatkan produktivitas, kreativitas dan keterampilan.

### 8.3.3 Unsur Komunikasi

Komunikasi merupakan sebuah proses interaksi antara dua atau lebih manusia yang meliputi proses pengiriman serta penerimaan pesan dari komunikator atau sumber informasi kepada komunikan atau target penerima pesan. Dengan demikian, proses komunikasi terdiri atas beberapa unsur yang terlibat, yaitu: sumber (*source*) atau komunikator (*communicator*), pesan (*message*), saluran atau media (*channel*), komunikan (*communicant*) dan efek (*effect*). Kelima unsur tersebut merupakan unsur utama dalam komunikasi yang menjadi syarat berlangsungnya proses komunikasi. Jika hanya ada komunikator, pesan dan komunikan, maka komunikasi tidak dapat berjalan secara efektif.

#### *Sumber atau Komunikator (Communicator)*

Komunikator merupakan unsur komunikasi yang bertindak sebagai sumber dan pemberi pesan. Komunikator merupakan sumber informasi sehingga cara penyampaian sebuah pesan sangat memengaruhi keberhasilan komunikasi. Apakah komunikan dapat menangkap dan mengerti sebuah pesan atau tidak, dan bagaimana respon yang dihasilkan komunikan sangat ditentukan oleh kemampuan komunikator dalam menyampaikan pesan.

Berikut beberapa hal yang perlu dimiliki oleh seorang komunikator agar pesan yang disampaikan dapat diterima oleh komunikan: (1) menguasai teknik komunikasi untuk menyampaikan pesan; (2) memiliki pengetahuan luas mengenai pesan yang disampaikan sehingga menguasai materi dan

kredibel; (3) memiliki kemampuan untuk menyusun isi pesan dengan baik dan menarik; dan (4) memiliki kemampuan untuk memilih media yang paling tepat.

### *Pesan*

Pesan merupakan ide, gagasan atau informasi yang akan disampaikan komunikator kepada komunikan. Pesan yang disampaikan dapat berupa kata, tulisan, gambar atau kombinasinya. Pesan juga merupakan materi yang ditujukan untuk memengaruhi atau mengubah komunikan dalam hal pengetahuan, keterampilan, perilaku dan sebagainya. Pesan dapat bersifat informatif, persuasif dan koersif. Pesan informatif adalah pesan yang sifatnya memberikan keterangan, fakta, atau informasi untuk dijadikan acuan dalam pengambilan sebuah keputusan oleh komunikan. Pesan persuasif adalah pesan yang ditujukan untuk membangkitkan pengertian dan kesadaran bahwa yang disampaikan akan mengubah sikap komunikan. Pesan koersif adalah pesan yang bersifat memaksa dan dilengkapi dengan sanksi, misalnya penerapan suatu aturan. Agar mencapai tujuan, pesan hendaknya memenuhi persyaratan sebagai berikut: (1) harus direncanakan dengan baik sesuai tujuan; (2) disampaikan menggunakan bahasa yang mudah dipahami dan mempunyai kesatuan makna antara kedua belah pihak; dan (3) harus disampaikan dengan cara menarik sehingga menimbulkan kesan.

### *Media atau Saluran*

Media atau saluran komunikasi merupakan sarana yang digunakan oleh komunikator untuk menyampaikan pesan dalam sebuah proses komunikasi. Dalam berkomunikasi, pesan akan diterima melalui indera manusia yang selanjutnya diproses dalam pikiran dan kemudian akan menghasilkan sebuah efek. Pesan yang disampaikan melalui media kombinasi antara audio (suara) dan video (gambar) umumnya akan lebih menarik dari pada pesan yang disampaikan melalui tulisan. Pemilihan media komunikasi yang digunakan untuk menyampaikan sebuah pesan ditentukan oleh sifat, jenis, atau bentuk pesan yang akan disampaikan. Media komunikasi memiliki beberapa fungsi untuk: (1) meningkatkan efektivitas komunikasi dengan memperlancar

penyampaian informasi; (2) meningkatkan efisiensi dengan mempercepat penyampaian informasi; (3) meningkatkan pemahaman dengan memberikan gambaran konkret terhadap isi pesan yang masih bersifat abstrak; dan (4) meningkatkan motivasi dengan menambah semangat dalam berkomunikasi.

### *Komunikan*

Komunikan merupakan penerima pesan, pihak yang menjadi sasaran komunikasi dan sekaligus merupakan tujuan dari proses komunikasi. Komunikan merupakan target atau sasaran ditentukan oleh komunikator untuk menerima pesan yang disampaikannya. Komunikan dapat merupakan individu, kelompok, organisasi atau lainnya yang mempunyai tanggung jawab untuk dapat memahami pesan yang disampaikan. Untuk itu seorang komunikan yang baik harus memperhatikan, sehingga dapat memahami apa yang disampaikan komunikator.

Hal yang sebaiknya dimiliki oleh komunikan antara lain: (1) kemampuan komunikasi yang berkaitan dengan kemampuannya dalam membaca, mendengar serta menangkap pesan; (2) sikap yang berkaitan dengan sikapnya terhadap komunikator serta pesan yang disampaikannya. Seorang memiliki persepsi negatif akan cenderung akan bersikap acuh atau sebaliknya; dan (3) pengetahuan komunikan terhadap pesan yang disampaikan juga sangat memengaruhi tingkat pemahaman komunikan terhadap pesan yang disampaikan.

### *Efek*

Efek merupakan perubahan yang terjadi pada komunikan setelah menerima pesan yang merupakan tujuan dari proses komunikasi. Terjadinya efek merupakan tahap akhir dari proses komunikasi, yaitu terjadinya perubahan tingkat pengetahuan, sikap atau tingkah laku seseorang sebagai sasaran komunikasi. Apabila terjadi perubahan komunikan sesuai dengan yang diharapkan maka komunikasi dikatakan berhasil, demikian pula sebaliknya. Adanya efek komunikasi juga dapat dilihat dari umpan balik yang merupakan respon yang diberikan komunikan atas pesan yang diterimanya dari komunikator. Seperti keempat unsur komunikasi yang lain, umpan balik

memegang peranan penting dalam tercapainya tujuan komunikasi. Umpan balik dari komunikan dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan proses komunikasi, tingkat pemahaman komunikan terhadap pesan yang disampaikan serta ketercapaian tujuan komunikasi.

### 8.3.4 Penyusunan Materi Presentasi

Penyusunan materi presentasi yang digunakan dalam proses komunikasi sebaiknya memenuhi prinsip “VISUALS”, yang meliputi: (1) *visible* (V) atau mudah dilihat; (2) *interesting* (I) atau menarik; (3) *simple* (S) atau sederhana; (4) *useful* (U) atau berguna; (5) *accurate* (A) atau teliti dan dapat dipertanggungjawabkan; (6) *legitimate* (L) atau masuk akal/sah; dan (7) *structured* (S) atau terstruktur dan tersusun dengan baik. Materi presentasi yang baik seharusnya disampaikan melalui media yang tepat sehingga dapat dilihat dan didengar dengan jelas sehingga dapat menyampaikan pesan dan memperkuat terbangunnya kesan. Materi komunikasi harus disusun untuk membantu komunikator mencapai tujuan komunikasi, sehingga materi juga harus dapat membantu memberikan gambaran atau visualisasi hal yang tadinya bersifat abstrak menjadi konkrit.

Untuk membuat materi dengan visualisasi yang baik diperlukan kemampuan untuk mengartikan visualisasi dan membuat visualisasi yang berarti, sehingga membantu memudahkan pemahaman. Materi presentasi harus *visibel* atau **mudah dilihat** dan menggunakan jenis dan ukuran huruf yang mudah ditangkap dengan indera penglihatan pada jarak tertentu. Materi dapat dilengkapi dengan visualisasi yang berupa gambar, foto, bagan alir, grafik dan sebagainya untuk membuat lebih **menarik**. Perlu diingat bahwa satu gambar dapat menggantikan ribuan kata dalam proses komunikasi. Selain itu materi presentasi dapat dibuat menjadi lebih menarik dengan mengaplikasikan unsur desain, seperti variasi garis, bentuk, warna, tekstur dan sebagainya.

Penyajian materi sebaiknya disusun secara **terstruktur** sehingga urutan penyajiannya mudah diikuti dari awal sampai akhir. Pemilihan gambar sebaiknya **berguna** untuk membantu visualisasi juga harus berkaitan dengan topik yang dibahas dalam setiap *slide*. Tidak disarankan untuk menggunakan

visualisasi yang tidak berguna dalam membantu pemahaman dan tidak berkaitan dengan materi yang dibahas. Visualisasi harus dibuat dengan **akurat**, teliti dan lengkap, misalnya tidak terdapat kesalahan ketik dan jika menggunakan animasi harus dipastikan urutannya sudah sesuai. Sebaiknya peletakan judul bab, subbab dan sebagainya dibuat secara **teratur** dan konsisten mengikuti pola tertentu di setiap slide-nya.

Keseluruhan *slide* sebaiknya mengacu pada penggunaan latar belakang, jenis huruf dan judul yang secara konsisten. Materi presentasi harus dibuat dengan **sederhana**, misalnya tidak sarat dengan kata, pemilihan jenis huruf yang tidak terlalu rumit, dan tidak menggunakan kalimat panjang dan utuh, agar mudah ditangkap dan dipahami oleh komunikan. Pada akhirnya, terdapat lima hal yang harus dihindarkan dalam membuat visualisasi, yaitu penggunaan warna yang tidak cocok, terlalu sarat dengan isi, terlalu banyak animasi, pemilihan visualisasi yang tidak tepat dan tidak disajikan secara terstruktur.

### 8.3.5 Teknik Presentasi Ilmiah

Teknik presentasi ilmiah adalah cara yang seharusnya dilakukan untuk melakukan penyajian karya ilmiah secara lisan untuk menyebarluaskan informasi ilmiah. Di dunia perguruan tinggi, kemampuan dan kemahiran untuk melakukan presentasi ilmiah merupakan suatu kebutuhan. Terdapat hal yang penting untuk diperhatikan agar presentasi ilmiah dapat berjalan dengan efektif, yaitu: (1) harus menarik perhatian peserta, (2) harus fokus pada topik masalah yang dibahas, dan (3) harus memperhatikan etika saat presentasi di forum ilmiah.

Agar presentasi dapat menarik, penyaji dapat menggunakan bantuan media yang dilengkapi dengan visualisasi menggunakan unsur desain, seperti gambar dengan warna yang menarik dan ilustrasi berupa grafik dan tabel. Mendapatkan informasi latar belakang peserta, menjaga suara agar tidak monoton serta terdengar jelas oleh seluruh peserta yang berada di suatu ruangan merupakan hal yang penting untuk dilakukan. Untuk menjaga agar presentasi tetap fokus, penyaji harus menaati bahan yang telah disiapkan dengan memberikan penjelasan secara singkat, padat, dan tetap fokus pada hal

utamanya. Hal yang berkaitan dengan etika benar-benar harus dipahami dan dijaga, misalnya menghargai penanya, peran moderator, dan menggunakan alokasi waktu dengan baik. Agar presentasi ilmiah dapat terlaksana dengan baik, maka diperlukan persiapan materi presentasi dan memahami prinsip dasar komunikasi agar informasi atau pesan sampai pada target sasaran atau peserta dalam forum ilmiah.

### *Memahami Tata Cara dan Etika Presentasi Ilmiah*

Terdapat beberapa peran penting dalam penyelenggaraan forum ilmiah, yaitu penyaji, peserta, dan moderator. Masing-masing mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk menjaga agar suatu kegiatan ilmiah dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan rencana yang telah disusun. Keberhasilan presentasi ilmiah ditentukan antara lain dengan kepatuhan penyaji pada ketentuan atau tata cara presentasi ilmiah. Pertama, penyaji sebaiknya memberi informasi kepada peserta secara memadai. Untuk membantu pemahaman peserta, sebaiknya disediakan bahan tertulis secara lengkap atau bahan presentasi, misalnya dalam format *powerpoint*. Bahan tayangan harus diatur sedemikian rupa agar seluruh peserta dapat melihat dan dapat membaca tulisan yang disajikan. Kedua, penyaji patuh terhadap waktu yang disediakan. Agar dapat menggunakan waktu secara tepat, perlu perencanaan jumlah materi yang dipresentasikan. Ketiga, penyaji memperhatikan etika yang secara umum berlaku di forum ilmiah. Etika lain yang perlu diperhatikan oleh penyaji adalah kejujuran. Dalam dunia ilmiah, kejujuran merupakan etika terpenting, termasuk kejujuran dalam penyajian data, sumber acuan yang digunakan dan sebagainya.

Selain etika untuk penyaji, pesertapun harus menjaga etika di forum ilmiah. Peserta harus mengedepankan etika dan kejujuran ketika menyimak presentasi, mengajukan pertanyaan, dan menyampaikan pendapat atau gagasan. Terkait dengan perilaku bertanya, kewajiban penanya adalah menyimak jawaban dari penyaji dan apabila terpaksa harus meninggalkan ruangan sebelum jawaban diberikan, maka wajib meminta maaf dan meminta izin untuk meninggalkan ruangan.

Moderator merupakan pemandu jalannya forum ilmiah dan etika yang harus dijaganya adalah berlaku adil, terutama terhadap alokasi waktu sesuai dengan susunan acara. Semua pembicara dan peserta sedapat mungkin memperoleh kesempatan yang relatif sama dalam penyajian dan berpartisipasi aktif selama forum berlangsung. Keseimbangan waktu atau jumlah pertanyaan yang diajukan oleh peserta harus dijaga. Selain adil, seorang moderator juga harus menaati jadwal atau waktu yang telah ditentukan. Beberapa hal yang harus diperhatikan moderator, antara lain: (1) moderator seyogianya tidak terlalu banyak menggunakan waktu untuk berkomentar; dan (2) moderator harus mengatur waktu yang digunakan oleh semua pihak, baik penyaji maupun peserta. Untuk itu moderator harus punya ketegasan untuk menginterupsi pembicaraan seseorang agar taat waktu.

### *Persiapan Materi Presentasi Ilmiah*

Dalam era kemajuan teknologi informasi, presentasi ilmiah umumnya dilakukan menggunakan multimedia. Alasan penggunaan multimedia antara lain adalah: (1) presentasi menjadi lebih menarik karena penyaji dapat menggunakan fasilitas unsur desain dan animasi dengan mudah untuk presentasinya; (2) penyaji dapat dengan mudah dan cepat melakukan koreksi jika terdapat kekeliruan; (3) penyaji dapat memberikan penekanan pada butir penting dengan menggunakan teknik yang menarik; (4) bahan presentasi lebih terstruktur sehingga membantu peserta menangkap esensi materi presentasi; dan (5) penyaji dimudahkan untuk menyimpan dan membawa bahan presentasi. Dalam menyiapkan presentasi dengan multimedia, hendaknya mengingat prinsip “VISUALS” yang telah dikemukakan sebelumnya.

### *Pelaksanaan Presentasi Ilmiah*

Presentasi ilmiah pada dasarnya adalah mengomunikasikan pesan atau informasi kepada peserta forum ilmiah. Oleh karena itu, dalam presentasi ilmiah berlaku prinsip komunikasi antara lain dengan mencegah adanya gangguan proses presentasi dan memaksimalkan efektivitas presentasi. Pencegahan terhadap gangguan proses komunikasi dapat dilakukan antara lain dengan: (1) memastikan semua materi presentasi dapat ditayangkan

dengan baik; (2) memperhatikan jumlah peserta ketika memilih media; (3) menghindari kemungkinan terjadinya multitafsir dari materi atau penjelasan yang diberikan; (4) menghargai dan berpikir positif tentang peserta; (5) bersikap terbuka terhadap perbedaan sikap dan pendapat orang lain; (6) berpakaian formal dengan baik dan sopan. Efektivitas proses pelaksanaan presentasi dapat ditingkatkan melalui: (1) mengatur suara agar didengar oleh semua peserta; (2) menempatkan posisi agar penyaji dapat melihat semua peserta; (3) menyimak dengan baik ketika peserta mengajukan pertanyaan; (4) memberi kesempatan peserta untuk bertanya; dan (5) menggunakan media yang menarik dan tepat.

## 8.4 Etika dalam Penulisan Karya Ilmiah dan Publikasi

Pembahasan berikut ini mencakup etika kepengarangan yang harus diperhatikan dalam suatu karya ilmiah, termasuk memahami pengertian plagiasi dan cara menghindarinya dalam proses penulisan karya ilmiah.

### 8.4.1 Etika Kepengarangan

Di dalam dunia akademik diterapkan etika yang berkaitan dengan penulis suatu karya ilmiah. Hal ini juga bertujuan untuk menegakkan azas kejujuran ilmiah, tanggung jawab, dan keadilan. Pelanggaran etika kepengarangan tidak hanya berdampak pada hancurnya reputasi dan karir seseorang atau institusinya, tetapi juga hilangnya kepercayaan masyarakat umum terhadap akademisi. Hal ini pada akhirnya akan menghambat pengembangan ilmu pengetahuan. Dua lembaga besar yang memberikan acuan dengan rinci tentang hal ini adalah *Committee on Publication Ethics* (COPE) di Eropa, dan *United States Office of Research Integrity* (ORI) di Amerika (Editorial Nature Photonics 2009). Suatu jurnal terpercaya biasanya memiliki panduan untuk hal berkaitan dengan hak seseorang untuk menjadi penulis karya ilmiah. Universitas besar juga menetapkan peraturan kepemilikan setiap karya ilmiah yang dipublikasi. Panduan tersebut dapat dibaca dari situs setiap jurnal atau perguruan tinggi. Setiap organisasi keilmuan juga memiliki ketentuan tersendiri dalam hal

kepengarangan, untuk menyesuaikan dengan sifat penelitian dan karya ilmiah yang dihasilkan di bidang ilmu masing-masing. Berikut ini dipaparkan secara umum aturan dalam kepengarangan, dan cara menghindari perselisihan antar penulis.

Etika kepengarangan menentukan orang yang berhak menjadi penulis dan yang tidak berhak menjadi penulis. Ada juga orang yang bukan penulis, tetapi berhak mendapatkan pengakuan atas kontribusinya pada pekerjaan. Etika juga membahas orang yang menjadi penulis pertama, penulis senior, dan penulis korespondensi. Karya ilmiah yang berbentuk skripsi, tesis, disertasi, semua menjadi milik mahasiswa yang menyusunnya. Namun ketika karyanya ditulis menjadi artikel jurnal ilmiah, maka kemungkinan besar perlu dilakukan penyesuaian penulisnya mengingat biasanya terdapat kontribusi dosen pembimbing dalam penyusunan konsep ide, pembahasan, dan penafsiran data, ataupun kesimpulan. Meskipun demikian, tidak mustahil seseorang menjadi penulis tunggal seperti yang dapat terjadi pada ilmu sosial.

### *Penulis Suatu Karya Ilmiah*

Umumnya, etika kepengarangan mengacu pada protokol *Vancouver*, yang menetapkan bahwa orang yang berhak menjadi penulis adalah orang yang memiliki kontribusi intelektual yang besar. Pihak tersebut adalah: (1) orang yang menyusun konsep, ide, dan disain penelitian (2) orang yang menyusun tulisan dan proses revisi (3) orang yang ikut menyetujui publikasi dan (4) orang yang bertanggung jawab untuk memberikan bukti jika ada pertanyaan di kemudian hari setelah karya ilmiah dipublikasi. Dengan demikian, pihak yang tidak memenuhi kriteria tersebut tidak memiliki hak sebagai penulis. Misalnya, pihak yang hanya memberi dana atau mencarikan dana, membantu menterjemahkan, mengawasi pekerjaan secara umum bukan teknis, membantu pemrosesan data, atau membantu analisis (Editorial ICMJE 2020). Penghargaan yang diberikan kepada pihak yang tidak dapat menjadi penulis, tetapi membantu dalam pelaksanaan pekerjaan, dinyatakan dalam bagian ‘Ucapan Terima Kasih’ di bagian akhir artikel ilmiah. Bagian ‘Ucapan Terima Kasih harus memuat nama dan kontribusinya.

Di antara para penulis, harus ditentukan orang yang berhak menjadi penulis pertama. Hal ini karena penulis pertama memiliki keuntungan berupa sitasi atas namanya, yang oleh karenanya memberikan dampak positif bagi karirnya. Orang yang berhak menjadi penulis pertama adalah orang yang paling banyak kontribusinya dalam pekerjaan tersebut (Editorial Gigascience 2018). Mahasiswa program magister atau doktor sebagai pemilik tesis atau disertasi sangat layak sebagai penulis pertama. Jika dalam tim peneliti, maka perlu dibuat urutan orang yang memiliki kontribusi paling besar hingga paling kecil, untuk menentukan urutan penulis.

Di antara penulis juga ada penulis senior. Penulis ini memiliki tingkat kepakaran yang paling tinggi di antara para penulis, dan menjadi orang yang memberi arahan dalam menentukan ide hingga dalam pelaksanaan penelitian. Nama penulis senior biasanya diletakkan di urutan paling belakang. Selain itu, di antara penulis juga ada yang menjadi penulis korespondensi. Penulis korespondensi harus seseorang yang dapat berkomunikasi secara memadai dengan pihak redaksi dan tim pengulas (*peer-reviewers*) (Editorial Gigascience 2018). Penulis korespondensi diharapkan dapat memenuhi permintaan redaksi secara tepat waktu, dan dapat bekerja sama dengan para pengulas. Penulis korespondensi ini dapat dilakukan oleh penulis pertama atau penulis senior, bergantung pada situasi.

### *Jenis Pelanggaran Etika Kepengarangan*

Pelanggaran etika kepengarangan biasanya berupa tercantumkannya nama orang yang tidak berhak sebagai penulis, atau tidak tercantumkannya nama orang yang berhak sebagai penulis. Ada pula fenomena menyembunyikan nama orang yang menuliskan (*ghost writer*) agar terlepas dari tanggung jawab. Hal ini terjadi jika seseorang “memberi atau menjual jasa pembuatan karya ilmiah” kepada orang lain. Negara berkembang ditengarai sering menunjukkan pelanggaran etika kepengarangan. Penyebabnya antara lain karena budaya menghormati senior atau pimpinan, dan posisi yunior yang dalam beberapa hal dipandang ‘tidak pantas’ melebihi senior (Aliukonis *et al.* 2020). Aliukonis *et al.* (2020) membagi malpraktik dalam kepengarangan dalam beberapa jenis, selain *ghost writing*. Yang pertama disebut *gift authorship*,

yaitu seseorang dijadikan penulis sebagai hadiah, dengan harapan dia memberikan imbal balik berupa kesempatan menjadi penulis pendamping dalam karyanya. Pelanggaran etika lainnya disebut dengan *guest authorship*, yaitu dicantumkan nama seseorang yang terkenal reputasinya, untuk memberikan kesan artikel lebih bermutu. *Coercive authorship* terjadi karena paksaan dari atasan kepada bawahan, untuk menjadikan seseorang seolah-olah sebagai penulis. Sangat mungkin terjadi bahwa ketiga jenis malpraktik tersebut bercampur menjadi satu.

### *Perselisihan Dalam Hal Kepengarangan*

Perselisihan dapat terjadi dalam menentukan penulis pertama (Albert dan Wager 2003), karena posisi penulis pertama dapat berdampak positif pada pekerjaan atau karir. Dapat juga terjadi ketidaksepakatan dari seseorang untuk dijadikan penulis (misalnya dalam *gift*, *guest*, atau *coercive authorship*). Albert dan Wager (2003) memerinci lebih lanjut mengenai perselisihan dalam kepengarangan. Kebanyakan perselisihan hanya dapat diselesaikan antar para penulis, sedangkan pihak lain sulit untuk ikut campur. Akan tetapi jika ada keberatan dari seseorang untuk dijadikan penulis, maka dia dapat menghubungi redaksi jurnal untuk minta namanya tidak dicantumkan sebagai penulis. Dalam hal ini redaksi dapat mengeluarkannya dari tim penulis jika artikel belum dipublikasi, atau membuat pengumuman koreksi jika artikel telah terbit. Untuk menghindari masalah kepengarangan ini, disarankan dilakukan kesepakatan tentang siapa yang akan menjadi penulis beserta urutannya, sebelum pekerjaan dimulai. Selain itu, perlu dilakukan sosialisasi etika kepengarangan di lingkungan para peneliti, dan institusi.

### 8.4.2 Plagiasi Dalam Karya Ilmiah

Di dalam etika akademik, ada beberapa nilai yang dijunjung tinggi yaitu kejujuran, dapat dipercaya, keadilan, penghormatan, tanggung jawab, komunikasi, dan legalitas. Beberapa bentuk pelanggaran etika akademik berupa penggunaan data palsu, metode palsu, bahan penelitian yang palsu, dan informasi lain yang tidak benar, serta plagiasi. Plagiasi berarti “mencuri atau menggunakan ide atau karya tulis orang lain dan diakui sebagai milik pribadi”

(*American Heritage Dictionary*). Plagiasi diartikan juga sebagai “mengambil pemikiran, tulisan, penemuan orang lain dan diakui sebagai milik pribadi” (*Oxford Dictionary*). Plagiasi berkonsekuensi sanksi bagi pelakunya. Jenis sanksi bergantung pada jenis plagiasi, dapat berupa teguran, atau pencabutan gelar akademik, atau tindakan hukum. Karena dalam setiap karya ilmiah selalu digunakan acuan dari hasil karya orang lain, maka perlu dipahami jenis plagiasi, sanksi, dan cara menghindarinya, yang akan diuraikan pada tulisan ini.

### *Jenis Plagiasi*

Plagiasi dapat dalam beberapa bentuk, yaitu plagiasi berdasarkan asal tulisan dan intensitasnya. Ada beberapa plagiasi berdasarkan asal tulisannya. Beberapa hasil penelitian (Editorial Nature Photonics 2009; Shahabuddin 2009; Roka 2017) menyebutkan bahwa plagiasi yang terbanyak adalah hasil kegiatan *copy and paste*, yaitu kalimat, atau paragraf, tabel atau gambar, yang diambil dari sumber lain, tanpa menyebut sumbernya. Apabila sumber itu adalah tulisannya sendiri yang telah dipublikasikan sebelumnya, maka jenis plagiasi ini disebut *self-plagiarism*. *Self-plagiarism* paling banyak ditemukan pada tulisan berbentuk kajian pustaka atau *review paper*.

Selain cara *copy and paste*, plagiasi juga terjadi dengan beberapa cara lain, sebagaimana diidentifikasi oleh Roka (2017). Menyitir ide atau penemuan orang lain, tanpa membaca sumber aslinya, merupakan plagiasi yang berkaitan dengan sumber informasi. Menggabung kalimat dari orang lain tanpa menyebutkan sumbernya, dengan kalimat diri sendiri sedemikian sehingga nampak seperti ide baru, merupakan plagiasi ‘mosaik’. Terlalu banyak mengacu pada satu sumber, meskipun cara sitasi dan parafrase sudah benar, juga dianggap plagiasi.

Yang termasuk plagiasi adalah menuliskan kembali ide orang lain dengan menggunakan cara pengungkapan yang berbeda, namun tidak menyebutkan pemilik ide tersebut. Intensitas plagiasi ini dapat pada tingkatan berat dan ringan. Plagiasi berat meliputi pencurian ide atau hasil pemikiran orang lain dan diakui sebagai milik pribadi, dan pengambilan tulisan atau teks orang lain tanpa menyebutkan pemiliknya yang sah (Editorial Nature Photonics 2019).

Ada dua hal yang menjadi objek plagiasi yaitu ide, pemikiran, penemuan, dan teks. Yang termasuk dalam ide atau hasil pemikiran adalah berupa penjelasan, teori, hipotesis, dan kesimpulan (Roig 2009). Yang termasuk dalam penemuan adalah seperti data atau disain (Wager 2011). Beberapa contoh plagiasi berat adalah:

1. Mengakui konsep, disain, atau penemuan milik orang lain sebagai milik pribadi.
2. Mengambil paragraf atau bagian tulisan orang lain tanpa menyebutkan sumber aslinya.
3. Membuat parafrase yang terlalu banyak dari tulisan orang lain tanpa menyebutkan sumber aslinya.
4. Menggunakan tulisannya sendiri yang telah dipublikasikan sebelumnya, tanpa parafrase dan tanpa menyebutkan sumber (*self-plagiarism*).
5. Memublikasi atikel yang sama di jurnal yang berbeda (Wiley Guidelines 2020).
6. Mengirimkan artikel yang sama pada jurnal yang berbeda (Wiley Guidelines 2020).

Dengan demikian, plagiasi berat dianggap merupakan tindakan yang disengaja untuk memberikan informasi yang tidak benar dalam tulisan ilmiah. Hal ini mengakibatkan tulisan tidak dapat dipercaya, dan merugikan kredibilitas seseorang atau institusi atau komunitas yang terlibat dalam tindakan tersebut. Plagiasi berat ini dapat berdampak pada karir seseorang, dan dapat diperlakukan sebagai masalah hukum.

Plagiasi ringan adalah plagiasi yang disebabkan karena kelalaian, kurang pengalaman dalam hal kepenulisan ilmiah, yang dapat dimaklumi dan tidak menyebabkan penolakan terhadap artikel yang ditulis. Plagiasi ringan umumnya dapat dimaafkan, dan dianggap sebagai hasil dari kecerobohan atau ketidaktahuan tentang plagiasi. Plagiasi ringan kebanyakan berkaitan dengan teknik parafrase dan sitasi yang tidak layak. Contoh plagiasi ringan adalah:

1. Mengutip bagian tulisan (lebih dari 100 kata atau 4 baris) dengan paraphrase, tidak menyebutkan penulis aslinya (Wager 2011; Roig 2009).
2. Mengutip bagian tulisan (lebih dari 100 kata atau 4 baris) nyaris tanpa parafrase, dengan menyebutkan penulis aslinya (Wager 2011; Roig 2009).
3. Kalimat terlalu mirip dengan kalimat asli yang diacu.
4. Menyebutkan sumbernya, tetapi lupa menggunakan tanda petik bagi suatu petikan langsung.
5. Tidak menyebutkan sumber tabel.
6. Tidak menyebutkan sumber gambar.
7. Mengambil informasi dari sitiran tulisan orang lain, tanpa membaca sendiri sumber aslinya.

Ada beberapa hal yang sulit dibuat parafrasenya, misalnya dalam hal metode analisis suatu komponen tertentu. Kebanyakan metode mengacu pada prosedur baku yang memiliki urutan yang rinci. Oleh sebab itu, sering uraian metode tidak banyak berbeda dari satu tulisan ke tulisan lainnya. Selain itu ada ungkapan tertentu yang berlaku umum, sehingga sering digunakan tanpa harus menyebutkan sumbernya. Dalam hal ini, biasanya tidak dianggap sebagai plagiasi.

Kadang-kadang seseorang perlu menuliskan ulang hasil penemuannya untuk tujuan pembaca yang berbeda. Untuk ini diperbolehkan menuliskan ulang dengan parafrase dan menyebutkan sumber aslinya, tetapi bagian pembahasan dan kesimpulan harus berbeda (Wiley Guidelines 2020).

### *Penyebab Plagiasi*

Apakah penyebab perilaku plagiasi? Penyebabnya dapat karena tidak memahami tentang plagiasi. Biasanya tekanan untuk menyelesaikan tulisan dalam waktu yang sempit juga merupakan penyebab utama plagiasi. Kurang percaya diri dapat mengarah pada perilaku plagiat (Fatima *et al.* 2019). Selain itu, plagiasi dapat disebabkan oleh tekanan untuk mencapai jumlah publikasi

tertentu pada pekerjaannya, atau keinginan mendapatkan insentif publikasi. Ketakutan tertinggal prestasi dari kolega juga dapat mendorong seseorang melakukan plagiasi.

### *Cara Menghindari Plagiasi*

Bagaimana cara menghindari plagiasi? Yang pertama adalah harus mengenali jenis plagiasi. Kemudian, dengan membuat ringkasan dari setiap acuan, yang ditulis menggunakan parafrase (Roig 2009). Ringkasan ini digunakan saat menulis manuskrip. Jika artikel yang baru diketahui di kemudian hari ternyata mengandung plagiasi telah terlanjur dikirim ke redaksi, maka redaksi harus segera diberitahu agar dapat melakukan tindakan yang diperlukan.

Sering seseorang harus memaparkan hasil penelitiannya dalam suatu seminar yang dihadiri banyak kalangan. Dalam suatu seminar, sering pula dibuat buku kumpulan tulisan (dinamakan prosiding) tentang setiap hal yang dipaparkan selama seminar. Biasanya, masukan selama seminar digunakan oleh peneliti untuk memperkaya atau memperbaiki pembahasan pada tulisan yang akan diterbitkan pada suatu jurnal ilmiah. Dalam hal ini, harus dipastikan bahwa tulisan untuk jurnal tidak dianggap plagiasi dari prosiding. Untuk menghindari plagiasi, maka harus diikuti aturan dalam panduan penyusun prosiding (panitia) tentang berapa banyak bagian prosiding yang dapat digunakan untuk artikel jurnal. Atau dapat juga mengacu pada panduan jurnal yang akan memuat tulisan. Beberapa jurnal memberi batasan persentase maksimal bagian tulisan yang pernah dipaparkan pada suatu seminar, yang dinyatakan pada bagian 'panduan bagi penulis' atau *author guidelines*.

### *Cara Menengarai Plagiasi*

Bagaimana orang dapat menengarai plagiasi? Plagiasi dapat diketahui dengan mudah oleh orang yang ahli di bidang tersebut. Mereka mengetahui orang yang memiliki penemuan atau keahlian tertentu. Oleh karena itu, ketiadaan nama ahli dalam suatu pernyataan akan mudah diketahui. Atau dengan kata lain, plagiasi mudah terdeteksi oleh pakar. Selain itu, orang yang berpengalaman dalam hal menulis, dapat mengetahui 'gaya tulisan' yang

meliputi cara penyampaian pemikiran, pemilihan kata, dan penyusunan kalimat, yang bisa khas tiap orang. Jika terasa ada ‘gaya tulisan’ yang berbeda dalam satu paragraf atau antar paragraf, maka hal ini dapat mengarah pada dugaan telah terjadi plagiasi.

Saat ini, telah ada perangkat lunak untuk mendeteksi plagiasi, baik yang berbayar ataupun yang cuma-cuma. Perangkat ini dapat menghitung berapa banyak persamaan kalimat dalam suatu artikel yang diperiksa dengan tulisan yang telah dipublikasi sebelumnya yang ada di internet. Setiap jurnal atau lembaga memiliki peraturan sendiri mengenai beberapa banyak ‘kesamaan’ yang dapat diterima dalam suatu tulisan. Oleh karena itu, seorang penulis perlu mengacu pada panduan yang berlaku. Pada setiap jurnal ilmiah, panduan ini ada pada bagian ‘panduan bagi penulis’.

## 8.5 Proses Penerbitan Artikel Ilmiah

Salah satu keluaran yang penting pada suatu kegiatan penelitian adalah publikasi pada jurnal ilmiah. Hal ini dapat menjadi unsur penilaian kepakaran dan produktivitas seseorang. Untuk itu, perlu dipahami proses yang berkaitan dengan penerbitan artikel ilmiah, dan bagaimana menghindari jurnal yang tidak layak untuk publikasi, yang dapat sangat merugikan penulis dan pembacanya.

Sebagai penulis manuskrip untuk jurnal ilmiah, perlu diketahui alur pengelolaan manuskrip, sejak diterima oleh redaksi hingga dipublikasikan. Setiap jurnal memiliki kebijakan dan alur proses masing-masing, namun secara umum terdiri atas penerimaan manuskrip, pemeriksaan kesesuaian lingkup kajian, penelaahan oleh ilmuwan sebidang, pemberian keputusan, persiapan pencetakan, dan publikasi. Subbab menguraikan proses pengelolaan yang berlaku umum pada jurnal yang bermutu baik. Acuan bagi uraian ini adalah panduan dalam jurnal yang diterbitkan oleh Taylor and Francis ([www.authorservices.taylorandfrancis.com](http://www.authorservices.taylorandfrancis.com)).

### 8.5.1 Tahap Penerimaan Manuskrip

Sejak beberapa tahun lalu, penerimaan manuskrip dilakukan melalui sistem daring. Oleh karena itu, pengiriman manuskrip melalui email sering tidak mendapat tanggapan oleh redaksi, atau bahkan tidak dianjurkan. Dalam sistem daring pengiriman manuskrip tersebut sering dipersyaratkan untuk mengisi identitas dan kontak masing-masing penulis, dan Surat Pengantar atau *cover letter*. Selain itu juga sering diminta mengisi nama calon penelaah beserta identitas dan kontakannya. Menurut panduan jurnal *Nature* ([www.nature.com/nature/for-authors](http://www.nature.com/nature/for-authors)), dalam Surat Pengantar diharapkan ada informasi pentingnya kajian dalam manuskrip, temuan baru dan kesesuaiannya dengan lingkup kajian jurnal. Selain itu, diharapkan ada pernyataan bahwa manuskrip tidak dikirimkan ke jurnal lain, serta tidak ada konflik kepentingan dengan pihak mana pun. Pada jurnal *Nature*, tahap awal ini dilakukan dengan teliti untuk memastikan bahwa manuskrip menyampaikan hasil temuan yang sangat penting.

Manuskrip yang telah diterima oleh redaksi (atau editor) akan diperiksa kesesuaiannya dengan lingkup jurnal dan kualitasnya secara umum oleh *managing/handling editor*. Jika kualitas secara umum rendah, maka manuskrip akan ditolak, dan dikembalikan kepada penulis. Kesesuaian latar belakang penulis dengan topik kajian juga dapat menjadi bahan pertimbangan pada pemrosesan di tahap awal ini.

### 8.5.2 Tahap Penelaahan oleh Sejawat Sebidang

Manuskrip yang telah dinyatakan diterima di tahap penerimaan, akan dilanjutkan ke proses penelaahan (*review process*) oleh sejawat di bidang ilmu yang sama. Proses ini juga dikenal dengan nama *peer review*. Tujuan proses ini adalah untuk memastikan kualitas kajian dalam manuskrip. Selain itu, masukan dari para penelaah (*reviewer*) atau mitra bestari dapat menambah wawasan para penulis.

Tugas para penelaah adalah: (1) memastikan bahwa kajian tersebut sesuai dengan lingkup dan pembaca jurnal, (2) memberi masukan yang dapat memperbaiki kualitas manuskrip secara detil, (3) memberitahu penulis hal penting di bidang kajian tersebut yang tidak dimasukkan dalam pembahasan, dan (4) menciptakan suasana diskusi dengan penulis.

Untuk dapat menjalankan tugas tersebut, maka para penelaah yang biasanya berjumlah dua atau tiga orang, harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain: (1) pernah mempublikasikan karya ilmiah di bidang yang dikaji dalam manuskrip, (2) memiliki kepakaran di bidang yang dikaji dalam manuskrip, (3) tidak ada konflik kepentingan dengan penulis, misalnya tidak bekerja di institusi yang sama atau selama lima tahun terakhir tidak membuat publikasi bersama dengan penulis, (4) sanggup menyelesaikan penelaahan dalam kurun waktu yang telah ditetapkan oleh jurnal. Editor *Nature* mensyaratkan penelaah berkualifikasi doktor, kecuali untuk bidang kesehatan. Dalam hasil telaaahnya, para penelaah diminta untuk memberi saran apakah manuskrip diterima (*accepted*), ditolak (*rejected*), atau diterima dengan perbaikan besar (*accepted with major revision*), atau diterima dengan perbaikan sedikit (*accepted with minor revision*). Waktu yang diperlukan untuk menelaah berbeda-beda bergantung dari kebijakan masing-masing jurnal, ada yang dua pekan, empat pekan (satu bulan) atau ada juga sekitar enam pekan. Waktu yang terlalu singkat seperti dua pekan, biasanya menunjukkan proses penelaahan yang kurang bersungguh-sungguh, sedangkan waktu penelaahan dalam kurun waktu yang sangat singkat, kurang dua pekan sering dianggap mengindikasikan jurnal yang tidak berkualitas, atau bahkan jurnal predator.

Hasil telaah dikirimkan kepada penulis untuk mendapat tanggapan. Penulis dapat mengikuti saran dan masukan penelaah, untuk memperbaiki manuskrip. Jika penulis tidak menerima saran penelaah, maka harus memberikan alasan yang kuat. Manuskrip yang telah diperbaiki, dikirimkan kembali kepada editor atau redaksi jurnal. Sebaiknya, penulis membuat daftar saran atau komentar setiap penelaah, dan memberikan tanggapan bagi setiap saran atau komentar tersebut. Hal ini akan memudahkan editor menilai apakah penulis telah mengakomodir masukan penelaah. Setiap jurnal memiliki aturan tersendiri sehingga dapat dilihat secara detil pada pedoman yang diberikan editor tentang cara mengirimkan ulang (*resubmission*) ke editor.

Dalam hal proses penelaahan ini, ada istilah *single blind review* dan *double blind review*. *Single blind review* adalah proses penelaahan ketika penulis tidak mengetahui identitas penelaahnya, sedangkan *double blind review* adalah proses penelaahan ketika penulis dan penelaah dapat mengetahui identitas masing-masing. Penulis tidak diperkenankan membuat komunikasi langsung dengan penelaah, berkaitan dengan proses penelaahan. Semua hal ini adalah untuk menjamin objektivitas proses.

### 8.5.3 Tahap Penentuan Keputusan

Setelah proses telaah dan perbaikan manuskrip selesai, maka dewan editor menentukan apakah manuskrip akan dipublikasi atau ditolak. Keputusan tersebut berdasarkan masukan dari para penelaah dan pertimbangan editor terhadap respons penulis kepada penelaah. Umumnya, jika ada satu penelaah yang menyatakan artikel diterima untuk publikasi, maka redaksi akan menyatakan artikel dapat dipublikasikan. Keputusan penerimaan manuskrip untuk dipublikasi diberitahukan kepada penulis melalui email yang biasa disebut dengan surat penerimaan (*letter of acceptance*).

Jika manuskrip yang diputuskan untuk tidak dapat dipublikasikan, penulis juga akan diberi berita melalui email. Manuskrip yang telah dinyatakan ditolak, tidak dianjurkan untuk dikirim ulang ke jurnal yang sama, sebab besar kemungkinan tidak akan diperhatikan. Penulis yang ditolak manuskripnya dapat mengajukan keberatan secara tertulis yang dikirim kepada editor jurnal. Namun, biasanya keberatan ini tidak terlalu mendapat perhatian. Jika ternyata keberatan ini dipandang perlu diperhatikan, maka selama masa penelaahan kembali, manuskrip tidak boleh dikirimkan ke jurnal lain.

### 8.5.4 Tahap Proses Produksi

Proses produksi adalah rangkaian pekerjaan untuk mempersiapkan naskah yang dipublikasi, yang dikerjakan oleh staf editor. Tahap pertama berupa perbaikan tata letak dan beberapa hal yang menjadi persyaratan penulisan dalam jurnal tersebut, misalnya spasi, jumlah halaman, unit pengukuran, dan pembuatan tabel serta gambar yang sesuai ukuran halaman. Jika proses ini telah selesai, maka tahap berikutnya adalah pemeriksaan akhir

kepada penulis, atau yang dikenal dengan *proof reading*. Dalam tahap ini, penulis diminta untuk memeriksa bahwa penulisan judul, nama penulis, nama institusi, alamat email, dan isi tidak ada yang salah. Jika penulis telah memeriksanya, dan memberikan pernyataan persetujuan untuk dipulikasi, maka redaksi dapat mengeluarkan surat yang menyatakan waktu artikel akan dipublikasikan. Pembayaran biaya penulisan dilakukan setelah penetapan tanggal publikasi.

Jurnal *Nature* membuat kebijakan ‘embargo’ bagi penulis yang artikelnya telah ditetapkan tanggal terbitnya. Kebijakan ini tidak memperbolehkan ada penyebaran penemuan dalam artikel kepada khalayak, dalam bentuk *press release* ataupun konferensi, paling tidak seminggu sebelum jadwal penerbitan artikel. Aturan ini juga menyebutkan bahwa institusi tempat kerja penulis dapat membuat *press release* asalkan mematuhi aturan kurun waktu yang ditetapkan, dan berkoordinasi dengan redaksi. Dalam hal *press release* dengan media masa, maka redaksi memiliki otoritas mengatur isinya.

## 8.6 Mengenal Jurnal Predator

Salah satu penyimpangan dalam publikasi karya ilmiah adalah adanya jurnal predator. Jurnal predator adalah jurnal yang bertujuan mengambil uang penulisnya, dan tidak memperdulikan kualitas penerbitannya. Publikasi di jurnal predator sangat merugikan penulis dan institusinya, karena menyia-nyaiakan biaya, waktu, dan karya intelektual. Tekanan bagi para ilmuwan untuk segera mempublikasi karya ilmiah, menjadi peluang yang dimanfaatkan oleh jurnal predator dengan cara menjanjikan publikasi yang cepat dengan biaya yang ‘relatif murah’ untuk artikel *open-access* (yang dapat dibaca tanpa harus membayar). Akan tetapi, publikasi ini tidak melalui proses peninjauan oleh sejawat ilmuwan di bidang yang sesuai, sehingga kualitas artikel dipertaruhkan. Karena memang tidak bermaksud menjaga kualitas, sering tampilan artikel juga tidak selayaknya.

Penyebab timbulnya jurnal predator ini ada beberapa hal, yang berakar dari perubahan media cetak ke daring (Vakil 2019). Ketika jurnal cetak mulai berpindah ke tampilan daring, maka tidak ada lagi pemasukan dana dari pihak industri yang menjadi sponsor, sehingga redaksi menerapkan

biaya kepada para pembacanya. Pembaca artikel dikenakan biaya untuk setiap artikel yang dibaca. Setelah itu, ada tekanan dari ilmuwan di negara berkembang untuk dapat membaca artikel tanpa membayar yang (dikenal dengan nama *free-access journal* atau *open-access journal*). Dalam hal ini, jurnal mengalihkan biaya publikasi dari pembaca kepada para penulis. Kondisi inilah yang membuat para predator dapat melakukan penipuan kepada para penulis. Jurnal predator dapat menawarkan biaya yang lebih rendah daripada yang diminta oleh jurnal berkualitas, janji mudah diterima untuk publikasi, dan cepat dipublikasikan. Akan tetapi jurnal predator tidak memiliki komitmen terhadap kualitas penerbitan.

Istilah jurnal predator diperkenalkan oleh Jeffrey Beall, seorang pustakawan dari University of Colorado, yang kemudian membuat daftar jurnal predator. Jumlah jurnal predator terus meningkat setiap tahun. Pada tahun 2015 ada 10.000 jurnal predator (Vakil 2019) dengan nama yang mirip dengan nama jurnal berkualitas yang telah ada sebelumnya, serta memalsukan nama ilmuwan ternama sebagai dewan redaksinya. Dari suatu studi (Vakil 2019) terhadap jurnal yang ada dalam daftar jurnal predator yang disusun oleh Jeffrey Beall, sekitar separuhnya (45%) berasal dari Asia dan Afrika, dengan sekitar separuh darinya berasal dari India. Sebanyak 25% dari jurnal yang dijadikan sampel, berasal dari Amerika Utara dan Eropa. Para penulis jurnal predator sebagian besar (75%) berasal dari Asia dan Afrika. Waktu yang dibutuhkan untuk mempublikasi sejak pengiriman, rata-rata 2,7 bulan. Hal ini jauh lebih cepat dibandingkan dengan jangka waktu 1 tahun yang biasanya diperlukan untuk menerbitkan artikel *open-access*. Penerbit grup OMICS ditengarai melakukan aksi predator yang sangat meluas, dengan menerbitkan ratusan jurnal pada tahun 2016 (Vakil 2019). Grup OMICS juga menyelenggarakan lebih dari 3000 seminar predator pada tahun yang sama (Vakil 2019).

Jurnal predator tidak selalu mudah ditengarai. Kemungkinan hal itu karena jurnal predator menggunakan pemalsuan lembaga pengindeks, dan pemalsuan faktor dampak yang sangat tinggi, sehingga menarik bagi para penulis. Bahkan jurnal predator dapat saja menjadi anggota asosiasi penerbit seperti *Committee on Publication Ethics* (COPE), atau terindeks pada lembaga pengindeks seperti *Web of Science*, atau terdaftar pada *Directory of Open Access*

*Journals* (DOAJ) (Grudniewicz *et al.* 2019). Selain itu, jurnal predator sering menggunakan nama, atau bahkan membajak atau menyerupai situs daring jurnal berkualitas yang sudah ada. Nama negara juga digunakan pada nama jurnal, sehingga nampak lebih meyakinkan. Jurnal predator juga menggunakan nama peneliti ternama sebagai dewan redaksi, tanpa sepengetahuan yang bersangkutan (Grudniewicz *et al.* 2019, Wakil 2019).

Ada beberapa cara untuk menengarai jurnal predator. Salah satu yang paling mudah adalah ketidaksesuaian antara nama jurnal dengan lingkup artikel yang diterbitkan. Misalnya, nama jurnalnya *Journal of Physics*, tetapi menerima artikel dari pertanian, perikanan, dan bidang lain yang tidak sesuai dengan nama jurnal. Nama yang bombastis, seperti yang menggunakan kata *Global* juga dapat menjadi pertanda predator. Grudniewicz *et al.* (2019) menyusun beberapa ciri jurnal predator, sebagai berikut:

1. Memberikan informasi yang tidak benar, yang dapat diketahui dari ketidaksesuaian informasi pada situs daring dan email, alamat yang tidak jelas atau menggunakan PO Box, pemalsuan nama dewan redaksi, pemalsuan faktor dampak, dan pemalsuan pengindeksan.
2. Tidak menggunakan prosedur baku dalam proses pengelolaan manuskrip (artikel) hingga publikasinya.
3. Tidak ada kejelasan dalam proses pengelolaan manuskrip dalam hal prosedur pembuatan keputusan, proses penelaahan (*peer review*), kapan serta berapa besarnya biaya penerbitan, dan kejelasan kontak para pengelola jurnal.
4. Terdapat kesalahan gramatika dan penggunaan bahasa pada situs daring, ataupun email.
5. Memberikan undangan publikasi melalui email secara berulang-ulang.

Selanjutnya, untuk menghindari mengirim manuskrip ke jurnal predator, suatu website [www.thinkchecksubmit.org](http://www.thinkchecksubmit.org) memberikan beberapa hal untuk diperiksa sebelum menentukan jurnal untuk publikasi, yaitu (1) Apakah pernah membaca artikel dari jurnal tersebut?; (2) Apakah kolega ada yang mengenal jurnal tersebut?; (3) Apakah ada penerbitan mutakhir jurnal tersebut (jurnal predator banyak yang hanya terbit beberapa kali saja)?; (4)

Apakah nama dan alamat penerbit jelas dan dapat dihubungi melalui email, atau telepon?; (5) Apakah artikel terindeks di lembaga pengindeks terpercaya, dengan cara memeriksa langsung pada situs lembaga pengindeks?; (6) Apakah aturan tentang jumlah dan waktu pembayaran biaya publikasi jelas?; (7) Apakah anggota editorial dikenali dan dapat dilacak untuk melakukan kontak?; (8) Apakah penerbit anggota asosiasi penerbit (COPE, DOAJ, OASPA, INASP untuk Asia Tengah, AJOL untuk Afrika)?; (9) Apakah ada edisi yang hilang?; dan (10) Apakah menjanjikan proses penerbitan yang cepat? Untuk mencegah berkembangnya jurnal predator, baik penulis ataupun pengguna/pembaca jurnal perlu menghindari penggunaan jurnal predator ini.

## 8.7 Ringkasan

1. Teknik komunikasi tulisan adalah cara berkomunikasi yang dilakukan secara tidak langsung, melalui media yang berupa tulisan, untuk menyampaikan pesan, ide atau gagasan dari seseorang atau sekelompok orang kepada orang lain atau sekelompok orang lain sebagai target atau sasaran penerima pesan. Umumnya bentuk media yang berisi tulisan sebagai sarana komunikasi tidak langsung dapat berupa surat kabar, *leaflet*, poster, *banner*, surat, dan sebagainya. Di bidang akademik, sarana komunikasi tulisan dapat berupa laporan praktik lapang, makalah (seminar/kolokium), artikel, skripsi/tugas akhir, tesis, disertasi dan lain-lain. Pembahasan dalam subbab teknik komunikasi tulisan mencakup: (1) jenis karya ilmiah; (2) sistematika penulisan; (3) penulisan angka, satuan, lambang dan penyajian ilustrasi; dan (4) teknik sitasi dan penyusunan daftar pustaka.
2. Teknik komunikasi lisan adalah cara untuk menyampaikan pesan, ide atau gagasan dari seseorang atau sekelompok orang kepada orang lain atau sekelompok orang lain secara langsung. Di dunia perguruan tinggi, komunikasi lisan secara formal banyak digunakan dalam pertemuan ilmiah seperti seminar, lokakarya, konferensi, dan sebagainya. Bahasan dalam subbab teknik komunikasi lisan mencakup: (1) metode, sasaran dan tujuan komunikasi, (2) unsur komunikasi; (3) penyusunan materi presentasi; dan (4) teknik presentasi ilmiah.

3. Di dalam penulisan karya ilmiah ada dua aspek etika yang perlu diperhatikan, yaitu menghindari plagiasi dan menghindari malpraktik dalam kepegangangan. Plagiasi dapat berbentuk plagiasi berat, atau plagiasi ringan. Plagiasi dapat dihindari dengan memahami arti plagiasi, selalu melakukan parafrase dan menyebutkan sumber informasi. Di dalam etika kepegangangan, terdapat persyaratan agar seseorang dapat diakui sebagai penulis artikel, demikian juga bagi penulis pertama, penulis senior, dan penulis korespondensi.
4. Praktik yang baik dalam proses publikasi jurnal adalah terdiri atas tahap penerimaan manuskrip, penelaahan manuskrip, perbaikan atau revisi manuskrip, penetapan untuk publikasi, pengumuman penerimaan untuk publikasi, penerbitan jadwal publikasi, penataan artikel, pemeriksaan akhir artikel bersama penulis, dan penerbitan. Yang harus diperhatikan dalam proses publikasi adalah menghindari dari melakukan plagiasi dan mempublikasikan hasil penelitian di jurnal predator.

## 8.8 Pustaka

- Albert T, Wager E. 2003. How to handle authorship disputes: a guide for ne researchers. *The Cope Report*. 32–34.
- Aliukouis V, Poskute M, Genenas E. 2020. Persih or publish dilemma: Challenges responsible authorship. *Medicina*. 46(123): 1–10.
- [BPPB-Kemendikbud] Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2016. Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI). Edisi keempat. Panitia Pengembang Pedoman Bahasa Indonesia, Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- [CSE] Council of Science Editors, Style Manual Committee. 2006. Scientific Style and Format: the CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers. Edisi 7. Reston (US): CSE.
- Editorial. 2009. Combating plagiarism. *Nature Phototonics* 48.
- Editorial. 2018. *Gigascience* 7:1–4.

- Editorial. 2020. Defining the role of authors and contributors. International Committee of Medical Journal Editors. 23 Juni 2020. <http://www.icmje.org/recommendations/browse/roles-and-responsibilities/defining-the-role-of-authors-and-contributors.html>
- Fatima A, Sungul K, Abbas A, Mannan A, Husseini S. 2019. Impact of pressure, self efficacy, and self competence on students' plagiarism in higher education. *Accountability in Research*. 27(1): 32–48.
- Grudniewicz *et al.* 2019. Predatory journals, no definition, no defense. *Nature*. 576: 210-212.
- [NIST] National Institute of Standards and Technology. 2010. SI Units. NIST US Department of Commerce 2019 [Internet]. [diunduh 2020 Jul 29]. Tersedia pada: <https://www.nist.gov/pml/weights-and-measures/metric-si/si-units>
- Roig M. 2009. Avoiding plagiarism, self-plagiarism, and other questionable writing practices: A guide to ethical writing. St. Johns University. [http://ori.hhs.gov/education/products/roig\\_st\\_johns/](http://ori.hhs.gov/education/products/roig_st_johns/).
- Roka YB. 2017. Plagiarism: types, causes, and how to avoid this worldwide problem. *Nepal Journal of Neuroscience*. 14(3): 2–6.
- Shahabuddin S. 2009. Plagiarism in academia. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*. 21(3): 353–359.
- Taylor BN. 2011. The Current SI Seen from the Perspective of the Proposed New SI. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*. 116(6): 797–807.
- Taylor BN, Thompson A. 2008. *International System of Units (SI)*. National Institute of Standards and Technology 2008 edition, ISBN 1-4379-1558-2.
- Vakil C. 2019. Predatory journals, authors and readers aware. *Canadian Family Physician*. 65(2): 92–94.
- Wager E. 2011. How should editors respond to plagiarism? COPE Discussion Paper.
- Wiley Guideline. <https://authorservices.wiley.com/ethics-guideline/index.html>, 23 Juni 2020.

## Latihan

**Petunjuk:** Untuk memahami materi pada Bab 8 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Berikut merupakan tindakan plagiasi, kecuali:
  - a. Membuat paragraf yang sangat mirip dengan aslinya tanpa menyebutkan sumbernya
  - b. Membuat paragraf yang sangat mirip dengan aslinya dengan menyebutkan sumbernya
  - c. Menggunakan pernyataan umum tanpa menyebutkan sumbernya
  - d. Menggunakan kembali paragraf milik sendiri yang telah dipublikasikan, tanpa menyebutkan sumber aslinya
2. Berikut ini adalah orang yang berhak menjadi penulis, kecuali
  - a. Penyusun ide penelitian
  - b. Senior yang secara administrasi mengawasi pekerjaan
  - c. Pembuat penafsiran data
  - d. Pembuat rancangan penelitian
3. Yang tidak termasuk dalam ciri-ciri jurnal predator adalah:
  - a. Alamat redaksi jelas
  - b. Publikasi yang cepat
  - c. Berbayar
  - d. “*open-access*”
4. Pembayaran biaya publikasi artikel jurnal dilakukan pada saat:
  - a. Pengiriman manuskrip
  - b. Menjelang tahap penelaahan
  - c. Setelah penetapan bahwa manuskrip diterima untuk publikasi
  - d. Menjelang publikasi

5. Yang tidak boleh dicantumkan pada bagian ucapan terima kasih pada suatu artikel jurnal adalah
  - a. Keluarga dan sahabat
  - b. Pembantu analisis
  - c. Pemberi dana
  - d. Pembantu pemrosesan data
6. Berikut ini adalah hal yang harus dihindarkan dalam membuat visualisasi:
  - a. Penggunaan kombinasi warna yang sesuai
  - b. Terlalu sarat dengan isi
  - c. Terlalu banyak animasi
  - d. Betul semua
7. Penyusunan materi presentasi yang digunakan dalam proses komunikasi sebaiknya memenuhi prinsip “VISUALS”, berikut adalah kepanjangannya:
  - a. *Verbal, interesting, simple, useful, accurate, legitimate, structured*
  - b. *Visible, interesting, simple, useful, accurate, legitimate, structured*
  - c. *Visual, interesting, simple, useful, accurate, legitimate, structured*
  - d. *Vocal, interesting, simple, useful, accurate, legitimate, structured*
8. Urutan unsur-unsur dalam proses komunikasi yang benar adalah:
  - a. Komunikator, pesan, media, komunikasi, efek
  - b. Komunikasi, pesan, media, komunikator, efek
  - c. Komunikator, pesan, media, efek, komunikasi
  - d. Komunikator, pesan, efek, media, komunikasi

9. Daftar istilah-istilah khusus yang banyak digunakan dalam suatu karya ilmiah dan dilengkapi dengan penjelasan atau definsinya disebut:
  - a. Daftar Isi
  - b. Daftar Tabel
  - c. Daftar Gambar
  - d. Glosarium
10. Laporan merupakan karya tulis yang dihasilkan dari kegiatan praktik untuk menambah wawasan pengetahuan, pengalaman kerja praktis, dan keterampilan yang sesuai dengan bidang keahlian studinya serta untuk meningkatkan daya analisis berdasarkan kaidah-kaidah ilmiah.
  - a. Kertas kerja
  - b. Skripsi
  - c. Laporan
  - d. Tesis

## Tugas Mandiri (*Challenge Questions*)

1. Temukan materi presentasi dalam format PPT melalui internet. Lakukan evaluasi terhadap materi tersebut dengan mengidentifikasi kekurangannya berdasarkan kaidah “VISUALS” dan berikan saran perbaikannya.
2. Buatlah *bar chart* mengenai pengaruh jumlah air dan konsentrasi gum terhadap elastisitas roti tawar berdasarkan data berikut (disertai judul gambar).

Elastisitas Roti Tawar (%)

- a. Jumlah air 70%

Konsentrasi gum 2,5% = 85,46

Konsentrasi gum 5% = 82,12

Konsentrasi gum 7,5% = 73,54

- b. Jumlah air 80%
- Konsentrasi gum 2,5% = 86,18
- Konsentrasi gum 5% = 85,22
- Konsentrasi gum 7,5% = 82,08
- c. Jumlah air 90%
- Konsentrasi gum 2,5% = 89,57
- Konsentrasi gum 5% = 86,12
- Konsentrasi gum 7,5% = 82,30
3. Buatlah diagram alir proses pembuatan tepung sorgum matang berdasarkan tahapan berikut (disertai judul gambar). Biji sorgum sosoh → pencucian → penambahan air (sorgum:air 1 : 2, b:v) → pengukusan (30 menit) → biji sorgum matang → pengeringan dengan *drum dryer* → *flake* sorgum kering → penggilingan → tepung sorgum matang.

## Bab

# 9

## Kecakapan Hidup dan Etika Profesi

*Rindit Pambayun dan Giyatmi*

### 9.1 Pendahuluan

Kehidupan dunia yang ideal dapat digambarkan sebagai konfigurasi gotong royong seluruh umat manusia untuk memberikan manfaat dan kebaikan bagi sesama. Di dalam konfigurasi itu setiap orang berbagi peran, yang dalam kehidupan sehari-hari disebut dengan pekerjaan, profesi, tugas, wewenang, dan tanggung jawab. Setiap orang umumnya memiliki beberapa peran yang harus dijalani. Misalnya saja, seorang mahasiswa teknologi pangan, selain berperan sebagai penuntut ilmu, juga berperan sebagai seorang anak, teman, anggota masyarakat, warga negara dan lain-lain. Semua peran tersebut hendaknya ditunaikan dengan cakap dan penuh tanggung jawab.

Kecakapan untuk melaksanakan setiap peran secara maksimal dibentuk melalui berbagai proses yang panjang, di antaranya melalui pendidikan. Seorang mahasiswa hendaknya dapat mamaknai pendidikan di perguruan tinggi sebagai bagian dari proses untuk membangun kecakapan yang diperlukan sebagai seorang insan, seorang warga dunia yang baik, dan seorang anggota masyarakat yang berkontribusi di dalam konfigurasi gotong royong tadi. Dengan demikian, seorang mahasiswa teknologi pangan setelah lulus dan terjun ke masyarakat, seyogyanya tidak hanya menguasai aspek pengetahuan (*knowledge*) dan keterampilan (*skills*), tetapi juga memiliki kecakapan hidup (*success skills*), memegang nilai-nilai etika dan profesionalisme.

Standar pendidikan teknologi pangan yang direkomendasikan oleh Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan (PATPI 2015) telah merumuskan aspek kecakapan hidup sebagai bagian kompetensi non-teknis yang harus dibentuk selama proses pendidikan. Bab 9 ini membahas mengenai aspek kecakapan hidup yang harus dikuasai oleh seorang lulusan teknologi pangan, serta nilai etika profesi yang harus dijunjung tinggi.

## 9.2 Kecakapan Hidup

Salah satu capaian terbaik dalam kehidupan seseorang adalah apabila berhasil berperan di masyarakat dan bermanfaat bagi orang banyak pada bidang profesinya. Keberhasilan tersebut hanya dapat diraih apabila seseorang memiliki bukan hanya aspek *hard skills* (pengetahuan dan keterampilan), tetapi juga kecakapan hidup (*life skills*). Pada dasarnya kecakapan hidup itu sangat penting bagi siapa pun dalam menjalani kehidupan, namun kecakapan hidup juga berlaku bagi siapa saja yang ingin memiliki keterampilan, baik untuk bekal dirinya sendiri ataupun untuk orang lain yang membutuhkannya.

Menurut *Broad Based Education* (BBE), kecakapan hidup adalah keberanian dan kemampuan dalam menghadapi permasalahan hidup dan kehidupan tanpa merasa tertekan, sehingga seseorang dapat mencari solusi untuk mengatasinya. Tiga kata kunci pada definisi itu adalah **berani**, **mampu**, dan **tertekan**. Ketiga-tiganya haruslah terpenuhi. Seseorang tak dapat digolongkan cakap apabila hanya bermodalkan keberanian tanpa kemampuan, atau mampu tapi tidak punya keberanian. Namun demikian, gabungan keberanian dan kemampuan hanya akan membawa seseorang untuk tidak jauh berjalan. Perasaan tertekan, apalagi terus menerus, akan membuatnya remuk dan hancur. Hal ini dapat diibaratkan arang yang menjadi bubuk dihantam tekanan. Sebaliknya, jika arang itu sanggup menahan tekanan, maka arang itu semakin hari akan semakin memadat, keras luar biasa, jernih berkilauan, dan indah. Hasil tempaan arang tersebut menghasilkan benda berharga yang disebut intan.

Selama menjalani pendidikan di perguruan tinggi seorang mahasiswa teknologi pangan harus mengasah kemampuannya di dalam mengidentifikasi masalah dengan jernih, kemudian mengeksplorasi berbagai pilihan solusi atas

masalah tersebut untuk kemudian memilih solusi terbaik. Namun demikian, hal ini belum mencukupi. Seorang mahasiswa juga harus memiliki keberanian untuk mengidentifikasi masalah yang sebenarnya atau akar masalah, serta memiliki keberanian untuk mengeksekusi solusi terbaik yang telah dipilihnya. Selanjutnya, seorang mahasiswa harus melengkapi kemampuan dan keberanian diri itu dengan mental yang kokoh sehingga tidak merasa tertekan. Lari dari persoalan dan tidak berani dalam mengambil keputusan adalah ciri orang yang kurang cakap dalam hidupnya. Umumnya juga, orang dengan kecakapan hidup yang rendah tidak memiliki kehidupan individu dan sosial yang bahagia (Prasertcharoensuk *et al.* 2015).

Kecakapan hidup dapat dikelompokkan menjadi kecakapan hidup generik (*generic life skill*) dan kecakapan hidup spesifik (*specific life skill*) (PLS 2003). Kecakapan hidup generik terdiri atas kecakapan personal (*personal skill*) dan kecakapan sosial (*social skill*), sedangkan kecakapan hidup spesifik terdiri dari kecakapan akademik (*academic skill*).

Kecakapan generik menunjukkan kemampuan seseorang dan menentukan kualitasnya yang mengarah pada kinerja dalam menyelesaikan pekerjaan secara efektif (Ngang dan Chang 2015). Menurut Samani (2004), kecakapan generik seseorang terdiri atas keterampilan hubungan interpersonal, kreativitas, komitmen, komunikasi, empati, berfikir kritis, kolaborasi, dan tanggung jawab. Kecakapan yang bersifat spesifik merupakan kecakapan untuk menyelesaikan sesuatu dan membutuhkan keterampilan motorik.

### 9.2.1 Kecakapan Personal

Orang yang berkecakapan personal adalah orang yang **mengenal dirinya sendiri** (*self-awareness*) dengan cermat dan memiliki kecakapan berpikir (*thinking skill*). Mengenal diri sendiri (*self-awareness*) berarti menghayati keberadaan diri sebagai seorang hamba Tuhan yang Maha Esa dan sebagai anggota masyarakat dan peradaban dunia. Setiap manusia hendaknya memiliki kesadaran spiritual bahwa dirinya adalah seorang makhluk ciptaan Tuhan yang Maha Segala dan menyadari adanya janji diri kepada Sang Pencipta yang

harus dipenuhi. Setiap insan hendaknya meresapi pula kehadiran dirinya sebagai bagian dari masyarakat, serta memiliki amanah kehidupan yang harus ditunaikannya sebagai makhluk Tuhan.

Mengenal diri sendiri berarti mampu membangun dialog dengan diri sendiri, berani mengkritisi dan menghargai diri sendiri, dan memiliki rasa syukur atas semua kekurangan dan kelebihan yang dimiliki. Kerendahan hati untuk terus belajar dan memperbaiki diri serta rasa percaya diri yang tinggi untuk mengambil peran di dalam masyarakat adalah sifat utama dari seseorang yang mengenal dirinya dengan baik.

Kecakapan berfikir mencakup kemampuan dalam menggunakan akal secara kritis dan kreatif untuk menggali dan menemukan informasi (*information searching*), mengelola informasi (*information processing*), mengambil keputusan (*decision making*) dan memecahkan masalah secara kreatif dan arif (*creative problem-solving skill*).

Untuk cakap di dalam menggali dan menemukan informasi, maka diperlukan kecakapan membaca dan mengamati. Setiap individu perlu secara konsisten merawat dan mengembangkan kedua kecakapan ini dengan menerapkan disiplin diri untuk rutin membaca dan mengamati. Penting untuk kembali mengingat bahwa mengamati tidak hanya menggunakan indera penglihatan, namun juga dengan menggunakan kelima indera secara optimal.

Informasi yang telah diperoleh harus diolah agar menjadi makna, pemahaman, atau kesimpulan. Kecakapan mengolah informasi memerlukan kemampuan yang memadai untuk membandingkan, memisahkan, mengelompokkan, membuat perhitungan, menghubungkan, menemukan pola, membuat analogi dan kemampuan analitis lain.

Setelah diperoleh kesimpulan dari informasi yang dianalisis, langkah berikutnya adalah pengambilan keputusan. Setiap orang sering dihadapkan pada kondisi harus membuat keputusan, baik besar maupun kecil. Satu hal yang perlu disadari adalah setiap orang tidak pernah memiliki informasi yang lengkap untuk membuat keputusan. Oleh karena itu, selalu ada risiko dalam

setiap keputusan yang diambil. Dengan demikian kecakapan dalam membuat keputusan juga meliputi kecakapan di dalam menghadapi dan menangani risiko.

Setiap orang yang sukses di dalam hidupnya selalu memiliki pandangan positif terhadap masalah. Masalah, apabila dikenali dengan jernih dan dipikirkan jalan keluarnya secara kritis dan kreatif, akan menghasilkan kemajuan yang berarti bagi kehidupan seseorang. Dengan kata lain, kehidupan tanpa masalah tidak akan menghasilkan kemajuan apapun. Agar masalah dapat diproses menjadi solusi yang baik, maka diperlukan informasi yang memadai, kemampuan analisis yang tajam, kelincahan di dalam berpikir kreatif dan mencari alternatif untuk mengeksplorasi berbagai kemungkinan solusi, serta kepiawaian di dalam berpikir kritis dan sistematis untuk mengevaluasi berbagai kemungkinan solusi tersebut dan memilih solusi yang terbaik.

Kehidupan kampus hendaknya dipandang oleh seorang mahasiswa sebagai kesempatan yang berharga untuk menumbuhkan, merawat dan mengembangkan kecakapan diri. Selain aktif di kelas, seorang mahasiswa harus rutin membaca dan menulis, menghadiri berbagai forum diskusi ilmiah dan berpartisipasi di dalam organisasi mahasiswa. Buah dari pengembangan kecakapan diri adalah meningkatnya rasa percaya diri. Di antara karakteristik dari rasa percaya diri yang tinggi adalah kemampuan untuk menghadapi dan menyelesaikan masalah, tenang di saat harus mengeksekusi suatu pekerjaan, mampu menetralisasi ketegangan yang muncul di dalam berbagai kondisi, memiliki kemampuan bersosialisasi, serta memiliki kondisi mental dan fisik yang menunjang penampilannya.

## 9.2.2 Kecakapan Sosial

Manusia adalah makhluk sosial, sehingga memiliki kecenderungan untuk tidak hidup sendiri. Memiliki teman adalah kebutuhan dasar setiap orang, sehingga menjadi anggota dari sebuah komunitas adalah satu keniscayaan yang dialami oleh setiap orang. Namun demikian, tidak semua orang cakap di dalam merawat kehidupan sosialnya. Agar memiliki kehidupan sosial yang

sehat, maka seseorang harus memiliki kecakapan sosial, yang dapat dibagi menjadi dua jenis kecakapan, yaitu kecakapan bekerja sama (*collaboration skill*) dan kecakapan berkomunikasi (*communication skill*).

Untuk terjadinya konfigurasi sosial yang disebut dengan kerja sama, maka diperlukan paling tidak tiga persyaratan, yaitu adanya kesamaan tujuan, kesepahaman tentang pentingnya saling memberi dan menerima bantuan, dan kesadaran akan peran dari masing-masing individu. Dalam suatu kerjasama ada saatnya seseorang menjadi pemimpin, orang yang dipimpin, rekan atau mitra. Sebagai orang yang dipimpin, kecakapan bekerja sama ditandai dengan sifat menghargai pimpinan, patuh, disiplin dan bertanggung jawab. Seorang pemimpin juga harus memiliki sikap bertanggung jawab, teguh, berani, mampu mempengaruhi dan mengarahkan orang lain. Sebagai seorang yang dipimpin, rekan atau mitra, seseorang perlu mengembangkan kecakapan untuk membangun suasana yang menyenangkan, iklim yang kondusif, saling menghargai, bersikap terbuka, dan menghargai keputusan bersama.

Kecakapan bekerja sama tidak mungkin dapat tercapai tanpa adanya kecakapan berkomunikasi. Komunikasi terdiri atas dua bagian, yaitu komunikasi verbal dan non-verbal. Kecakapan komunikasi verbal tidak hanya ditandai dengan kemahiran menyampaikan pesan atau gagasan secara lisan atau tulisan secara utuh dan sederhana, melainkan juga dapat memilih perkataan yang dapat menghadirkan empati, kesan baik, dan menumbuhkan hubungan yang harmonis. Satu unsur penting di dalam kecakapan berkomunikasi lisan adalah kemampuan untuk mendengarkan orang lain dan menahan diri untuk tidak berbicara pada saat orang lain belum selesai berbicara. Beberapa contoh praktik berkomunikasi yang baik dengan orang lain dalam kehidupan sehari-hari adalah ungkapan meminta maaf, mempersilakan, meminta izin, berterima kasih, menghargai prestasi orang lain, dan sebagainya.

Komunikasi non-verbal meliputi pemahaman atas air muka, mimik, bahasa tubuh, dan penampilan seseorang sebagai respons terhadap kehadiran atau komunikasi dari orang lain. Dalam kehidupan masa kini yang diwarnai dengan kehadiran berbagai jenis media sosial, kecakapan komunikasi non-verbal ditandai dengan pemakaian *emoticon* yang memberikan kesan baik dan menghargai orang lain.

Beberapa kecakapan sosial lain yang diperlukan adalah (1) Keberanian dan kemampuan untuk menampilkan diri secara yakin dan optimis; (2) Keberanian dalam memperbaiki keadaan yang salah atau mengingatkan satu sama lain; (3) Kemampuan dalam menerima kritik dan saran dari orang lain; (4) Kemampuan untuk menjadi pribadi yang saling menolong; (5) Keberanian dalam menyampaikan pendapat dan perasaan kepada orang lain, serta memahami dan menghargai pernyataan orang lain; dan (6) Kemampuan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan sosial, yaitu kecakapan untuk mengetahui batas kebebasan, sehingga tidak melanggar batas kebebasan orang lain.

Kampus dapat dipandang sebagai komunitas sosial yang anggotanya berasal dari latar belakang yang beragam. Dengan demikian, kehidupan kampus adalah satu periode kehidupan yang penting dan berharga untuk mengembangkan kecakapan sosial seorang mahasiswa.

### 9.2.3 Kecakapan Akademik

Kecakapan akademik merupakan kecakapan dalam berfikir secara komprehensif dan sistematis, serta memiliki kemampuan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi, seperti kecakapan dalam melakukan penelitian, dan percobaan dengan pendekatan ilmiah yang melibatkan berbagai kecakapan berfikir seperti berfikir analitis, kritis, dan rasional, serta kemampuan dalam menyelesaikan suatu masalah. Kecakapan akademik ini dapat dikembangkan melalui proses pembelajaran suatu bidang studi secara integratif dan dapat menjadi sebuah bekal seseorang dalam merancang penelitian yang melibatkan berbagai cara berfikir. Kecakapan akademik pada dasarnya mengenalkan kepada manusia untuk berfikir secara runut atau sistematis yang berdasarkan pada bukti untuk dapat mengambil kesimpulan. Berfikir secara induktif merupakan usaha untuk menemukan bukti dari sebuah kesimpulan yang telah diketahui dan dapat juga dilakukan dengan pengamatan (observasi) dan percobaan (eksperimen). Berfikir deduktif merupakan usaha untuk menemukan sebuah kesimpulan yang didasarkan pada bukti yang telah diketahui.

## 9.2.4 Kecakapan Vokasional

Kecakapan vokasional merupakan kecakapan yang berkaitan dengan suatu keterampilan yang sering disebut dengan “kecakapan kejuruan”. Kecakapan ini dikaitkan dengan bidang pekerjaan tertentu yang ada di masyarakat, misalnya seseorang membuka atau mengelola usaha berupa produk barang atau jasa yang perlu menjaga mengedepankan profesionalisme. Kecakapan vokasional mencakup kecakapan vokasional dasar (*basic vocational skill*) dan kecakapan vokasional khusus (*occupational skill*). Kecakapan vokasional dasar mencakup sikap taat asas, akurasi, presisi, dan tepat waktu yang mengarah kepada perilaku yang produktif. Kecakapan vokasional khusus diperlukan bagi seseorang yang menekuni pekerjaan yang sesuai dengan potensi yang dimilikinya.

Menurut Slameto (2015), kecakapan hidup mencakup kecakapan dasar dan kecakapan instrumental. Kecakapan dasar merupakan fondasi untuk pengembangan keterampilan yang bersifat instrumental. Kecakapan dasar berlaku sepanjang zaman karena sifatnya yang universal, tidak tergantung pada perubahan ruang dan waktu. Kecakapan instrumental adalah kecakapan yang dapat berubah-ubah sesuai dengan situasi, waktu, dan ruang, karena sifatnya yang relatif dan kondisional sehingga harus diperbaiki atau diperbaharui secara terus-menerus. Delor (1996) menyatakan bahwa kecakapan hidup berpegang teguh pada empat pilar yaitu *learning to know*, *learning to do*, *learning to be*, dan *learning to life together*. *Learning to know* adalah proses untuk mengetahui dan menguasai suatu keterampilan untuk bekal dalam menjalani kehidupan. *Learning to do* adalah proses belajar untuk dapat mengerjakan sesuatu baik itu untuk kehidupannya maupun lingkungannya. *Learning to be* adalah proses pembelajaran untuk menjadi seseorang yang bermanfaat bagi orang lain dan lingkungan sekitarnya. *Learning to life together* merupakan proses belajar untuk dapat mengenal lingkungan, serta menjadi makhluk sosial yang dapat hidup bersama dengan orang lain dan saling menghargai satu sama lain.

## 9.2.5 Contoh Aplikasi Kecakapan Hidup di Dunia Kerja

Berdasarkan paparan di atas, maka jelas bahwa kecakapan hidup sangat diperlukan oleh lulusan teknologi pangan saat memasuki dunia kerja. Berikut ini diberikan ilustrasi aplikasi kecakapan hidup yang dapat ditemui oleh seseorang yang bekerja di industri pangan (**Tabel 9.1**).

Tabel 9.1 Contoh aplikasi kecakapan hidup di dunia kerja yang akan dihadapi oleh lulusan teknologi pangan

Aspek Kecakapan Hidup	Contoh Aplikasi di Dunia Kerja
1. Kemampuan berkomunikasi secara lisan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Saat akan memasuki dunia kerja, seorang lulusan harus melewati tahapan seleksi melalui wawancara, presentasi atau <i>focus group discussion</i></li><li>• Melakukan presentasi atau menyampaikan laporan secara lisan dalam rapat manajemen di perusahaan.</li><li>• Melakukan komunikasi dengan pihak internal atau eksternal perusahaan.</li></ul>
2. Kemampuan berkomunikasi secara tulisan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menyiapkan dokumen proposal proyek yang menjadi tanggung jawabnya.</li><li>• Menyampaikan laporan tulis dari kegiatan proyek atau hasil pekerjaan lain yang menjadi tanggung jawabnya.</li><li>• Menulis surat atau memo kepada pihak lain (atasan/bawahan/eksternal).</li></ul>
3. Beradaptasi dengan lingkungan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cepat beradaptasi dengan lingkungan yang baru atau menghadapi jenis pekerjaan baru yang berbeda dengan kompetensi yang dimilikinya saat ini (<i>fast learner</i>).</li></ul>
4. Mengolah informasi, berfikir kritis dan analitis, memecahkan masalah, dan membuat keputusan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menganalisis tren pasar produk pangan, mengidentifikasi penyebab terjadinya kenaikan/penurunan produk di pasaran berdasarkan <i>tren</i> data, dan merumuskan dan menetapkan strategi yang diperlukan untuk memanfaatkan peluang dan tantangan</li></ul>

Tabel 9.1 Contoh aplikasi kecakapan hidup di dunia kerja yang akan dihadapi oleh lulusan teknologi pangan (lanjutan)

Aspek Kecakapan Hidup	Contoh Aplikasi di Dunia Kerja
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi dan menganalisis penyebab terjadinya gagal proses atau <i>trouble shooting</i> berdasarkan data, merumuskan dan menetapkan tindakan yang diperlukan untuk mengatasi masalah yang dihadapi.</li> <li>• Mengidentifikasi, membuat pertimbangan dan memutuskan jenis bahan baku/ingredien yang akan digunakan untuk pengembangan produk berdasarkan informasi spesifikasi bahan, kebutuhan proses, mutu akhir produk dan stabilitas selama penyimpanan produk.</li> </ul>
5. Bertanggung jawab terhadap pekerjaannya secara mandiri	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melaksanakan tugas yang menjadi tanggung jawabnya secara mandiri dan inisiatif (tidak selalu menunggu arahan dari atasan) dalam kurun waktu yang telah ditetapkan oleh atasan.</li> </ul>
6. Bekerja dalam tim dengan personil yang berbeda latar belakang sosial dan budaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat bekerja dalam tim, baik di divisinya maupun dengan divisi lainnya, untuk mencapai tujuan perusahaan yang telah ditetapkan oleh manajemen.</li> <li>• Memiliki kepedulian sosial terhadap lingkungan kerja.</li> </ul>
7. Bekerja di bawah tekanan ( <i>work under pressure</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan pekerjaan dalam kondisi beban tugas yang tinggi atau menghadapi beberapa pekerjaan yang harus diselesaikan dalam waktu yang bersamaan</li> </ul>
8. Sikap untuk belajar seumur hidup ( <i>life-long learning</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki keinginan untuk maju dalam karir dan belajar dari lingkungan kerja</li> </ul>

## 9.3 Etika Profesi

Identitas sosial seseorang sering diwakilkan oleh profesinya. Seseorang bernama Sutrisno yang berprofesi sebagai guru sering disebut dengan Pak Sutrisno Guru, sedangkan Pak Zulkarnain yang berprofesi sebagai penjahit disebut dengan Pak Zulkarnain Penjahit. Pada setiap profesi tersebut melekat serangkaian norma atau disiplin yang oleh masyarakat disebut sebagai 'seharusnya'. Seorang guru seharusnya ...., seorang pedagang seharusnya ...., dan seterusnya.

Dalam peradaban manusia yang telah berlangsung panjang, sering terjadi penyimpangan dari yang 'seharusnya' itu. Selain itu, terjadi pula kesimpangsiuran atau ketidaksepakatan atas apa saja yang digolongkan ke dalam 'seharusnya' itu. Oleh sebab itu, digagas suatu pedoman nilai berperilaku yang disepakati pada tatanan suatu profesi. Pedoman itu disebut dengan **etika profesi**.

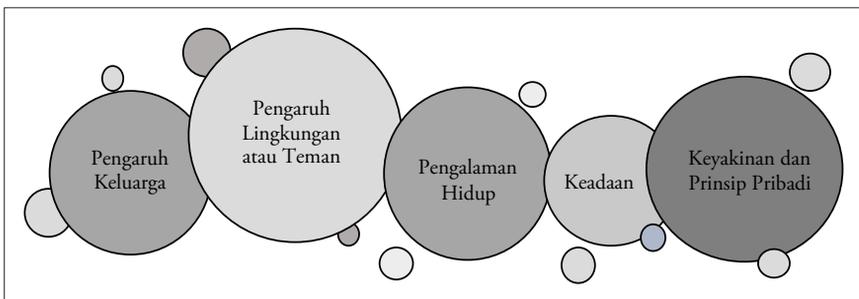
### 9.3.1 Pengertian Etika

Pepatah lama mengatakan, '*adat ayam ke lesung, adat itik ke pelimbahan.*' Pepatah ini mendeskripsikan bahwa segala sesuatu ada kebiasaan atau norma masing-masing. Secara harfiah, kebiasaan atau norma menjadi makna dari etika. Kata 'etik' atau 'etika' berasal dari Bahasa Yunani yaitu '*ethos*', dalam bentuk tunggal, atau '*ta etha*' dalam bentuk jamak, yang bermakna 'adat istiadat, kebiasaan, karakter, atau watak' (Keraf 2010). Dalam kehidupan sehari-hari perilaku yang mengikuti etika dipandang baik, sebaliknya yang tidak mengikuti etika dianggap buruk. Atau dengan kata lain mengikuti kebiasaan itu adalah baik, sedangkan menyimpang dari kebiasaan itu adalah buruk. Hal ini sejalan dengan Sunar dan Tabancali (2012) yang mendefinisikan etika sebagai suatu disiplin filosofi yang berisi nilai dan aturan yang mendasari hubungan individu atau masyarakat dalam hal yang baik atau yang buruk.

Lain lagi dengan Bowen (2014) yang menyatakan bahwa inti dari etika adalah pada kesadaran bahwa setiap individu memiliki keunikan dan nilai yang tercermin dalam rasa kasih sayang dan tanggung jawab terhadap orang lain. Sebagai suatu cabang ilmu, etika dapat dideskripsikan sebagai suatu

disiplin ilmu yang membahas tentang arti baik dan buruk, benar atau salah dari suatu perilaku, karakter, tindakan, yang muncul dari akal dan hati nurani dari setiap individu untuk mencapai tujuan sesuai kehendaknya.

Pembentukan etika pada setiap individu dapat berbeda dari individu yang lainnya bergantung pada kebiasaan yang dijalaninya. Lebih dari dua ribu tahun lalu Aristoteles berujar, '*keunggulan moral merupakan akibat dari kebiasaan.*' Menurut Yahaya (2008), kebiasaan seseorang terhimpun melalui berbagai jalur interaksi, yaitu keluarga, lingkungan atau teman, pengalaman hidup, keadaan, dan keyakinan dan prinsip hidup (**Gambar 9.1**).



Gambar 9.1 Faktor pembentuk etika pada individu

### *Pengaruh Keluarga*

Keluarga memainkan peranan penting dalam pembentukan individu dalam keluarga tersebut. Pendidikan yang diberikan oleh kedua orang tua dapat tercermin pada sifat, perilaku dan watak seseorang. Seperangkat nilai yang diikuti oleh seseorang dibentuk berdasarkan prinsip kekeluargaan, kebiasaan adat dan budaya keluarga, serta nilai sosial yang berlaku pada keluarga tersebut. Seorang anak cenderung untuk mencontoh atau mengikuti tingkah laku dan perbuatan orang tuanya. Sebagai contoh, seorang anak yang jujur kemungkinan besar telah dididik oleh seorang ibu yang jujur pula. Seorang ayah yang sering mencuri kemungkinan besar akan menjadi sebab bagi sang anak untuk menjadi pencuri pula.

### *Pengaruh Lingkungan/Teman*

Pengaruh lingkungan atau teman juga dapat menentukan sikap atau perilaku seseorang. Jika seseorang bergabung dalam lingkup pertemanan yang baik, karakter yang terbentuk pun akan baik. Begitu pun sebaliknya. Jika ruang lingkup pertemanan seseorang tidak baik, maka kemungkinan pengaruh buruk pun akan membentuk karakternya. Sebagai contoh, seorang karyawan mengerjakan tugas yang diberikan oleh atasan dengan baik dan tepat waktu, karena berasal dari lingkungan keluarga dan pertemanan yang menerapkan perilaku disiplin.

### *Pengalaman Hidup*

Pembentukan etika juga dapat dipengaruhi oleh pengalaman hidup seseorang. Pengalaman itu dapat memberikan dampak baik atau buruk. Sebagai contoh, seorang pengrajin makanan menambahkan larutan formalin yang dilarang ke dalam proses produksi makanannya. Tidak seorangpun yang mengetahui perbuatannya ini peduli. Tidak ada yang mengingatkan atau melaporkannya ke pihak yang berwenang. Pengalaman ini dapat membuat pengrajin ini menganggap bahwa tindakannya ini dapat dimaklumi, tidak apa-apa, atau bahkan bukan suatu kesalahan. Dia akan mengulangnya kembali di kemudian hari.

### *Faktor Keadaan*

Keadaan atau situasi yang dihadapi seseorang dapat menentukan etika seseorang dengan disadari tindakan tersebut baik atau tidak. Contohnya, jika ada seseorang yang mencuri makanan dengan alasan lapar dan tidak punya uang untuk membeli makanan. Dalam keadaan seperti itu orang lain mungkin memahami dan memaklumi tindakan orang tersebut. Namun, apabila tidak diingatkan bahwa perbuatan tersebut salah, maka akan membentuk etika bahwa tindakannya tersebut bukan merupakan kesalahan.

### *Keyakinan dan Prinsip Pribadi*

Keyakinan atau prinsip yang telah tertanam dalam diri seseorang dapat memengaruhi setiap etika dan perilaku orang tersebut dalam menjalani kehidupannya. Apabila seseorang yakin bahwa tindakan menggunakan pewarna tekstil untuk produksi pangan adalah bukan tindakan yang dilarang, maka dia akan tetap melakukannya, walaupun menurut penilaian masyarakat dan hukum tindakan tersebut adalah salah.

### 9.3.2 Jenis Etika

Menurut Keraf (2010), etika dikelompokkan menjadi etika deskriptif dan etika normatif, yang dapat menentukan baik dan buruknya perilaku manusia. Etika deskriptif merupakan etika yang mengkaji secara kritis dan rasional mengenai sikap dan perilaku manusia dan apa yang dikehendaki dan dikejar oleh manusia dalam hidupnya sebagai sesuatu yang bernilai. Etika deskriptif berusaha menemukan dan menjelaskan kesadaran, keyakinan, dan pengalaman moral dalam suatu adat tertentu. Prinsip etika yang biasa dimunculkan dalam etika deskriptif adalah adat kebiasaan, anggapan tentang baik dan buruk, tindakan yang diperbolehkan atau yang tidak diperbolehkan. Etika normatif sering disebut filsafat moral atau etika filsafat. Etika normatif merupakan etika yang mengacu kepada norma atau standar yang diharapkan dapat memengaruhi kebiasaan, perilaku, karakter individu dan struktur sosial (Rahmaniyah 2010). Etika normatif merumuskan prinsip etis yang dapat dipertanggungjawabkan dengan cara rasional, yaitu hati nurani, nilai dan norma, kebebasan dan tanggung jawab, serta hak dan kewajiban.

Etika dapat pula dibagi menjadi etika umum dan etika khusus. Etika umum merupakan pedoman umum bagi semua komponen masyarakat. Etika ini menjadi acuan bagi seluruh aktivitas masyarakat, baik secara individual maupun kelompok atau institusi. Etika khusus terbagi dua yaitu etika individu dan etika sosial. Etika individu adalah etika yang berlaku terhadap diri sendiri, seperti menjaga kesehatan diri sendiri. Etika sosial adalah etika yang menyangkut kepentingan antar sesama manusia.

Etika profesi termasuk ke dalam lingkup etika sosial, yaitu etika yang berkenaan dengan kewajiban, sikap, dan pola perilaku seseorang insan yang bersangkutan dengan hubungan manusia dengan manusia, baik secara langsung maupun secara kelembagaan (keluarga, masyarakat, dan negara). Etika profesi dibuat dan diterapkan dari dan untuk kelompok sosial (profesi) itu sendiri. Suatu kelompok profesional merupakan kelompok yang memiliki keahlian dan kemahiran yang diperoleh melalui proses pendidikan dan pelatihan yang berkualitas tinggi. Untuk menerapkan keahlian dan kemahiran tersebut, maka diperlukan adanya kontrol dan penilaian oleh rekan yang memiliki profesi yang sama.

### 9.3.3 Profesi, Profesional dan Profesionalisme

Secara singkat dapat dikatakan bahwa profesi adalah suatu pekerjaan, profesional itu pelakunya, sedangkan profesionalisme adalah seperangkat sikap atau idealisme. Apabila diuraikan secara lebih deskriptif, profesi merupakan suatu bidang pekerjaan yang dilakukan untuk mencari nafkah hidup yang mengandalkan pada suatu kompetensi khusus (keahlian), praktikal, berbasis intelektual yang dimiliki individu dan memiliki standar keprofesian yang membedakannya dengan profesi lainnya. Menurut Prakoso (2012), profesi adalah sekelompok lapangan pekerjaan yang khusus yang mempergunakan keterampilan, dan keahlian yang mumpuni untuk memenuhi kebutuhan rumit manusia yang hanya dapat dicapai melalui penguasaan pengetahuan yang berhubungan dengan sifat manusia, kecenderungan sejarah, dan lingkungan hidupnya, serta diikat dengan suatu disiplin etika yang dikembangkan dan diterapkan oleh para pelaku profesi tersebut.

Pada setiap profesi melekat seperangkat janji yang harus dipenuhi. Hal ini sesuai dengan dari mana kata profesi berasal. Profesi merupakan serapan dari Bahasa Latin yaitu "*professio*" atau "*professues*" yang berarti janji/ikrar, dan pekerjaan atau dalam arti lain, yaitu kegiatan atau pekerjaan yang dihubungkan dengan janji atau sumpah yang bersifat religius. Dengan demikian, seorang profesional tidak sekedar orang yang mempunyai profesi atau pekerjaan yang mengandalkan keahlian tertentu, melainkan juga orang yang teguh memegang

janji. Bagi seorang profesional, kode etik profesi merupakan satu pedoman moral berharga yang membimbingnya dalam segala bentuk perilaku, tindakan, keputusan, prosedur, dan tanggung jawab.

Sikap dan perilaku seorang profesional disebut sebagai profesionalisme. Ciri seorang profesional yang menunjukkan profesionalismenya diuraikan oleh Ruslan (2011) sebagai berikut.

1. Memiliki kemampuan (*skill*) dan pengetahuan (*knowledge*) yang lebih tinggi dibandingkan dengan orang lain yang didapatkan melalui pengalaman pendidikan, pelatihan atau pengalaman hidup.
2. Mematuhi kode etik profesi sebagai standar moral yang tertuang secara formal, tertulis, dan normatif.
3. Memiliki tanggung jawab profesi dan integritas pribadi yang tinggi terhadap diri sendiri dan masyarakat.
4. Memiliki jiwa pengabdian dan dedikasi yang tinggi dalam memberikan pelayanan yang baik kepada masyarakat.
5. Memiliki jiwa otonomisasi organisasi profesional, yaitu kemampuan untuk secara mandiri mengelola organisasi profesional yang tidak bergantung pada pihak lain dan dapat bekerja sama dengan pihak terkait. Selain itu memiliki etos kerja profesional yang tinggi dan dapat dipercaya.
6. Menjadi anggota salah satu organisasi profesi untuk menjaga eksistensinya, mempertahankan kehormatan dan sebagai sarana untuk komunikasi, bertukar informasi, pengetahuan, dan membangun jiwa solidaritas sesama anggota.

Seorang profesional dapat dikatakan berintegritas apabila dirinya memiliki karakteristik sebagai berikut: (1) utuh dan tidak terbagi, artinya ada keseimbangan antara penguasaan pengetahuan, keterampilan, dan perilaku. Juga bermakna adanya keseimbangan antara kecerdasan intelektual (*intelectuan quotient*), kecerdasan emosional (*emotial quotient*), dan kecerdasan spiritual (*spiritual quotient*); (2) menyatu, artinya seorang profesional secara serius menekuni profesinya, dan menyenangi pekerjaannya; (3) kokoh dan konsisten, artinya memiliki pribadi yang percaya diri, berprinsip, tidak mudah goyah, dan tidak mudah terpengaruh oleh sekitar.

### 9.3.4 Kode Etik Profesi

Kode etik profesi merupakan sekumpulan peraturan yang sistematis yang mengatur dan menjadi indikator perilaku dan tindakan kelompok penyandang profesi. Kode etik profesi lebih merinci, memperjelas, dan mempertegas perilaku dan tindakan yang dinilai baik atau tidak baik, benar atau salah, dan perbuatan yang boleh dan tidak boleh dilakukan oleh seorang profesional (Prakoso 2012). Menurut Bertens (2013), kode etik merupakan norma yang telah ditetapkan dan diterima oleh para penyandang profesi dan untuk mengarahkan dan memberikan petunjuk bagaimana seharusnya (*das sollen*) berbuat sekaligus menjamin kualitas moral profesi yang bersangkutan di masyarakat untuk memperoleh tanggapan yang positif. Apabila dalam pelaksanaannya (*das sein*) ada anggota profesi melakukan perbuatan yang melanggar kode etik, maka secara keseluruhan kelompok profesi tersebut dipandang buruk reputasinya oleh masyarakat.

Kode etik formal dalam suatu organisasi profesi disusun oleh Komite Etik, yaitu suatu badan organisasi yang mengevaluasi tindakan, mengembangkan kebijakan, meneliti dan menghukum berbagai pelanggaran etika. Pelanggaran kode etik tidak langsung diadili oleh pengadilan, karena melanggar kode etik belum tentu melanggar hukum (kecuali pelanggaran tersebut bersangkutan dengan pasal di dalam undang-undang).

### 9.3.5 Etika Profesi Ahli Teknologi Pangan

Seorang mahasiswa teknologi pangan diharapkan nantinya menjadi seorang ahli teknologi pangan yang profesional yang menjunjung tinggi etika profesi. Paling tidak ada tiga kelompok pengetahuan dan kemampuan yang harus dimiliki oleh seorang lulusan teknologi pangan.

1. **Kemampuan kerja khusus.** Lulusan teknologi pangan mampu merancang proses penambahan nilai terhadap bahan pangan berdasarkan prinsip ilmu pangan dengan memadukan berbagai unit operasi untuk menghasilkan produk pangan yang aman, bergizi, dan bermutu tinggi.

2. **Pengetahuan khusus.** Lulusan teknologi pangan mampu menguasai prinsip ilmu pangan (kimia dan analisis pangan, mikrobiologi dan keamanan pangan, rekayasa proses pengolahan pangan, biokimia pangan dan gizi) untuk diformulasikan dalam teknik perancangan proses secara terpadu.
3. **Kemampuan manajerial** sesuai wewenang dan tanggung jawabnya. Lulusan teknologi pangan (a) mampu berkomunikasi secara lisan maupun tulisan mengenai aspek teknis dan nonteknis, (b) bertanggung jawab atas pekerjaannya secara mandiri, (c) mampu berfikir kritis, (d) mampu bekerja dalam tim dan berinteraksi dengan orang berlatar belakang beragam, (e) terampil dalam berorganisasi, memimpin dalam berbagai situasi, memanfaatkan sumber informasi, dan (f) memiliki komitmen kuat terhadap profesionalisme dan nilai etika.

### 9.3.6 Kode Etik Ahli Teknologi Pangan

Seorang ahli teknologi pangan, baik sebagai akademisi, praktisi di industri pangan, maupun yang bergerak di lembaga kemasyarakatan atau instansi pemerintah, harus menjunjung kode etik profesi. Kode etik ini mengacu kepada kode etik yang dikeluarkan oleh PATPI (2015) yang juga telah mengadopsi pedoman perilaku dari IFST (2009) dan IFT (2011) sebagai berikut.

1. **Etika berorganisasi**, yaitu dalam bentuk melaksanakan tugas dan fungsi sesuai tanggung jawab; bekerja secara inovatif, kreatif, dan visioner; mematuhi standar operasional prosedur kerja; memberikan pelayanan yang prima kepada setiap pemangku kepentingan; menghormati dan menghargai sesama rekan seprofesi dan orang lain dalam bekerja sama; bersedia menerima tugas dengan penuh tanggung jawab; dan tidak melakukan pemalsuan dalam bentuk apa pun.
2. **Etika berprofesi**, yaitu diwujudkan dalam bentuk bekerja untuk menjamin kesehatan, keselamatan, dan kesejahteraan umat manusia; membuat karya ilmiah secara benar dan akurat sesuai bidang keahlian masing-masing; menghargai setiap hasil karya dan publikasi sesama rekan seprofesi; menghargai pendapat orang lain dan bersikap terbuka

- terhadap kritik dalam bertugas; menjalin kerja sama yang baik dan sinergi sesama rekan seprofesi; menghindari segala bentuk konflik kepentingan; memberikan informasi dan jasa pelayanan kepada publik secara objektif dan berimbang sesuai kapasitas profesi; tidak melakukan plagiasi dalam bentuk apa pun; menjunjung tinggi kejujuran dan kebenaran dalam setiap perbuatan; selalu mempertimbangkan dampak terhadap sosial dan lingkungan dalam melakukan profesinya; berperan aktif dalam mendorong kemajuan profesi; dan tidak menerima atau menjanjikan sesuatu untuk suatu pekerjaan yang dapat menyalahi etika profesi.
3. **Etika bermasyarakat**, yaitu dalam bentuk menghormati agama, kepercayaan, budaya, dan adat istiadat orang lain; mengutamakan musyawarah dan mufakat dalam menyelesaikan masalah di lingkungan masyarakat; toleran terhadap orang lain dan lingkungannya; tidak melakukan tindakan anarkis dan provokatif yang dapat meresahkan dan mengganggu keharmonisan masyarakat dan lingkungannya; menjaga kelestarian dan kebersihan lingkungan sekitar; berperan aktif dalam kegiatan bermasyarakat; dan dan membudayakan sikap tolong menolong dan bergotong royong di lingkungan masyarakat sekitar.
  4. **Etika bernegara**, yaitu dengan mengamalkan Pancasila dan Undang-undang Dasar 1945 secara konsisten dan konsekuen; mengutamakan kepentingan bangsa dan negara di atas kepentingan pribadi dan golongan; menjunjung tinggi harkat dan martabat bangsa dan negara; memperkokoh persatuan dan kesatuan; mematuhi dan melaksanakan peraturan perundang-undangan yang berlaku; dan menggunakan sumber daya alam secara arif dan bertanggung jawab.

### 9.3.7 Penghargaan dan Sanksi Berdasarkan Kode Etik Profesi

Salah satu tujuan disusunnya kode etik profesi adalah untuk menjaga martabat profesi tersebut. Jalan yang lazim ditempuh adalah dengan memberikan penghargaan kepada para profesional yang menaati kode etik dan sebaliknya memberikan sanksi kepada anggota yang melanggar. Terkait sanksi ini, bentuknya dapat bermacam-macam, mulai sanksi yang ringan hingga sangat berat. Misalnya di masa China kuno dahulu, seorang tabib

hanya dibayar apabila pasien mereka sembuh dan sering tidak dibayar jika pasien tetap sakit. Jika seorang pasien meninggal, lentera khusus digantung di luar rumah dokter. Satu lentera untuk satu kematian. Contoh lain yang lebih berat dapat ditemukan pada ‘*Code of Hammurabi*’ di masa 2000 SM. Pada butir 229 disebutkan bahwa seorang kontraktor yang membangun sebuah rumah dengan tidak cukup kokoh sehingga runtuh dan mengakibatkan kematian penghuninya, maka akan dibunuh.

Pada masa sekarang sanksi terhadap pelanggaran kode etik umumnya berupa sanksi sosial. Sementara apabila dijumpai unsur kriminal bersama dengan pelanggaran kode etik tersebut, maka perkaranya akan menjadi ranah aparat hukum. Sanksi yang diberikan kepada pelanggar kode etik biasanya berupa teguran secara lisan maupun tulisan, peringatan keras, dan yang paling fatal dapat diberhentikan. Sebaliknya penghargaan yang diberikan dapat berupa peluang bergabung dengan organisasi profesional nasional (misalnya untuk bidang teknologi pangan adalah PATPI), promosi kenaikan jabatan dalam suatu organisasi, rekomendasi perhimpunan untuk menduduki jabatan penting dalam pemerintahan, dan bentuk bermanfaat lainnya.

Berikut ini adalah contoh tindakan yang melanggar etika profesi dalam kaitan dengan pekerjaan seorang lulusan teknologi pangan, sekaligus merupakan sebagai pelanggaran peraturan pangan di Indonesia:

1. Menerapkan proses produk pangan yang tidak mengedepankan keamanan pangan, seperti tidak menerapkan prinsip Cara Produksi Pangan yang Baik (*good manufacturing practices*).
2. Menggunakan bahan yang dilarang untuk digunakan dalam proses pengolahan pangan, seperti formalin, boraks, dan pewarna tekstil.
3. Melabel ulang, memperjualbelikan atau mendistribusikan produk pangan yang sudah kedaluwarsa.
4. Menginformasikan produk pangan pada label kemasan yang tidak sesuai dengan produk yang dikemasnya.
5. Menggunakan bahan tambahan pangan yang melebihi batas maksimum yang diizinkan, atau untuk menutupi proses produksi yang buruk.
6. Melakukan plagiasi karya ilmiah atau mengklaim hak cipta orang lain.

## 9.4 Ringkasan

1. Kecakapan hidup (*life skill*) merupakan kemampuan dan keberanian dalam menghadapi permasalahan hidup dan kehidupan tanpa merasa tertekan, sehingga seseorang akan mencari solusi untuk mengatasinya. Kecakapan hidup terbagi menjadi kecakapan personal (*personal skill*), kecakapan sosial (*social skill*), kecakapan akademik (*academic skill*), dan kecakapan vokasional (*vocasional skill*).
2. Etika profesi muncul berkaitan dengan banyak terjadi penyimpangan perilaku dari penyadang profesi terhadap sistem nilai, norma, aturan tertentu dalam profesinya seperti tidak berdedikasi, tidak memiliki komitmen dalam menjalankan tugas, dan sebagainya. Etika profesi dibentuk sebagai pedoman nilai berperilaku yang disepakati pada tatanan suatu profesi.
3. Etika profesi merupakan bidang etika khusus atau terapan dari etika sosial. Etika merupakan suatu ilmu yang membahas mengenai perilaku, sikap, adat istiadat, kebiasaan yang dilakukan seseorang yang dinilai baik atau tidak baik, benar atau salah yang berlaku di masyarakat. Profesi adalah suatu pekerjaan yang didasarkan pada kompetensi khusus, berbasis intelektual yang diperoleh dari pendidikan, pelatihan khusus, dan pengalaman seorang profesi dan memiliki standar keprofesian tertentu yang membedakannya dengan orang lain.
4. Etika profesi mempelajari penerapan kaidah atau prinsip moral dasar atau norma etis pada bidang khusus (profesi) dalam kehidupan manusia.

## 9.5 Pustaka

- [BBE] Broad Based Education. 2002. *Pendidikan Kecakapan Hidup (life skill)*. Depdiknas. Jakarta.
- Bowen WR. 2014. Engineering ethics. Di dalam *Challenges and Opportunities*. Springer.

- [IFT] Institute of Food Technologists. 2011. *Resource Guide for Approval and Reapproval of Undergraduate Food Science Programs*.
- [IFST] Institute of Food Science and Technology. 2009. *Our Code of Professional Conduct & Professional Conduct Guidelines*. Available at: <http://www.ifst.org/documents/misc/codeprofconductglines1.pdf>
- Keraf AS. 2010. *Etika Lingkungan Hidup*. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara.
- Ngang TK, Chang TT. 2015. The important of ethics, moral dan professional skills of novice teachers. *Social and Behavioral Sciences Journal*. 205. 8-12.
- [PATPI] Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia. 2015. *Kode Etik PATPI*.
- [PATPI] Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia. 2015. *Standar Pendidikan Sarjana Teknologi Pangan/Teknologi Hasil Pertanian*.
- [PLS] Pendidikan Luar Sekolah. 2003. *Program Life Skills Melalui Pendekatan Broad Based Education (BBE)*. Jakarta: Direktorat Tenaga Teknis Depdiknas.
- Prakoso STH. 2012. *Etika Bisnis Modern: Pendekatan Pemangku Kepentingan*. Unit Penerbit dan Percetakan Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN, Yogyakarta.
- Prasertcharoensuk T, Somprach K, Ngang TK. 2015. Influence of teacher competency factors and students' life skills on learning achievement. *Social and Behavioral Sciences Journal*. 186. 566–572.
- Rahmaniyah I. 2010. *Pendidikan Etika: Konsep Jiwa dan Etika Perspektif Ibnu Miskawaih dalam Kontribusinya di Bidang Pendidikan*. UIN-Maliki Press, Malang. ISBN 978-602-958-266-6.
- Ruslan R. 2011. *Etika Kehumasan. Konsepsi dan Aplikasi*. Penerbit Rajawali Press.
- Samani M. 2004. *Kecakapan Hidup Melalui Pendidikan Berbasis Luas*. Surabaya: Swa Bina Qualita Indonesia.

Slameto. 2015. *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Cetakan Keenam. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Sunar OB, Tabancali E. 2012. Ethic Behaviours of Schools Administrations. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*.

Yahaya A. 2008. *Keluarga Dalam Pembentukan Moral*. Universiti Teknologi Malaysia.

## Latihan

**Petunjuk:** Untuk memahami materi pada Bab 9 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Berikut yang merupakan empat jenis dari kecakapan hidup (*life skill*), kecuali:
  - a. Personal
  - b. Sosial
  - c. Akademik
  - d. Dasar
2. Menurut Slameto (2015) kecakapan hidup terbagi menjadi dua yaitu kecakapan instrumental dan kecakapan:
  - a. Dasar
  - b. Vokasional
  - c. Sosial
  - d. Personal
3. Kemampuan untuk dapat bekerjasama, berkomunikasi dengan empati, mengenal lingkungan hidup, bertenggang rasa dan bertanggung jawab merupakan bagian dari kecakapan?
  - a. Personal
  - b. Akademik
  - c. Sosial
  - d. Vokasional

4. Berikut faktor-faktor pembentuk etika pada setiap individu, kecuali:
  - a. Pengaruh keluarga
  - b. Pengaruh lingkungan
  - c. Pengaruh agama
  - d. Pengaruh dari pengalaman
5. Komponen pokok yang harus diperhatikan dalam menentukan standar lulusan teknologi pangan, yaitu:
  - a. Pengetahuan khusus yang dikuasai
  - b. Kemampuan kerja khusus
  - c. Kemampuan manajerial sesuai wewenang dan tanggung jawab
  - d. Semua benar
6. Kemampuan komunikasi lisan dan tulisan merupakan:
  - a. Kemampuan pengetahuan spesifik
  - b. Kemampuan kecakapan hidup
  - c. Kemampuan keterampilan spesifik
  - d. Khusus harus dimiliki oleh lulusan teknologi pangan
7. Penerapan kode etik profesi masih mengalami banyak penyimpangan berdasarkan fakta yang terjadi di lapangan. Apabila kode etik hanya tulisan, maka hal ini merupakan:
  - a. Penyimpangan kode etik profesi
  - b. Keunggulan kode etik profesi
  - c. Kelemahan kode etik profesi
  - d. Pengertian kode etik profesi

8. Karakteristik seorang profesional yang berintegritas ditunjukkan dengan sifat di bawah ini, kecuali:
  - a. Utuh dan tidak terbagi
  - b. Menyatu
  - c. Kokoh dan konsisten
  - d. Jujur
9. Berikut contoh yang tidak melanggar etika dalam profesi teknologi pangan:
  - a. Memperpanjang umur simpan produk pangan dengan menggunakan pengawet pangan
  - b. Menyembunyikan praktik proses produksi pangan yang buruk dengan menggunakan pengawet agar produk yang dihasilkannya tahan lama
  - c. Menggunakan pewarna makanan yang melebihi batas maksimum yang diizinkan
  - d. Menggunakan suatu merek produk pangan milik pihak lain pada merek produknya sendiri.
10. Profesi mengandalkan suatu
  - a. Keterampilan atau keahlian khusus
  - b. Kebebasan umum
  - c. Profesional
  - d. Kesehatan fisik

## Tugas Mandiri (*Challenge Questions*)

1. Identifikasi tujuan dari pembentukan kode etik profesi teknologi pangan.
2. Suatu profesi menuntut keterampilan dan ilmu/pengetahuan. Dengan demikian, pekerjaan sebagai pencuri/perampok/koruptor dapat pula digolongkan sebagai profesi karena perlu keterampilan. Apakah Anda setuju jika pekerjaan mencuri/merampok/koruptor itu disebut sebagai profesi sebagaimana layaknya profesi lain seperti dokter, *programmer*, guru, dan ahli teknologi pangan? Jika Anda setuju berikan alasannya, juga jika Anda tidak setuju berikan alasannya!
3. Berikan contoh dan penjelasan mengenai aplikasi empat pilar kecakapan hidup menurut Jecques Delor dalam kaitannya dengan keprofesian di bidang ilmu dan teknologi pangan.

# Bab 10

## Industri Pangan di Era Revolusi Industri 4.0: Tantangan dan Peluang

*Adhi S. Lukman dan A. Muzi Marpaung*

### 10.1 Pendahuluan

Alangkah dahsyat yang telah dihasilkan oleh umat manusia, semenjak peradaban dimulai dengan terbentuknya masyarakat tani sekitar 15.000 hingga 20.000 tahun yang lalu. Dalam kurun muda itu, dibandingkan dengan masa prasejarah hominid yang berusia jutaan tahun, dunia telah berubah dengan sangat cepat dan drastis. Perubahan itu cenderung semakin cepat akhir-akhir ini sehingga membawa kita kepada iklim yang digambarkan oleh para ahli sebagai *volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity* (VUCA).

Apa yang menyebabkan roda perubahan itu berputar dengan sangat cepat? Bagaimana bermulanya industri sampai akhirnya berkembang menjadi sedemikian canggih dan kompleks saat ini? Bagaimana sejarah kecukupan pangan bermula sampai akhirnya bertransformasi menjadi industri pangan dengan rantai pasok yang menjangkau hampir seluruh bagian bumi? Tantangan dan peluang apa yang hadir dalam industri pangan pada masa kini yang disebut sebagai era Revolusi Industri (*Industrial Revolution* atau IR) 4.0? Apa yang sangat penting untuk diperhatikan dan dipersiapkan oleh generasi yang akan menjadi pemain utama di dalam industri pangan pada masa beberapa tahun ke depan? Serangkaian pertanyaan inilah yang menjadi pokok bahasan dari Bab 10 ini.

## 10.2 Api, Iklim, dan Bajak

Pada serakan peninggalan masa lalu yang satu per satu dikumpulkan dari berbagai belahan dunia kita dapat melihat satu pola yang nyata, yaitu secara berkala selalu terjadi lompatan besar atau revolusi pada kehidupan manusia. Periode revolusi itu kian lama kian singkat.

Selama jutaan tahun hampir tidak ada perubahan yang berarti di muka bumi ini. Nenek moyang kita berkelana ke berbagai wilayah tempat mereka dapat menemukan makanan dari tanaman atau hewan liar. Para sejarawan tidak tahu persis pada masa kapan, mereka melihat api yang konon berasal dari petir yang menyambar tanaman atau hewan, lalu membakarnya. Pada mulanya api merupakan fenomena yang menakjubkan sekaligus menakutkan. Namun, nenek moyang kita kemudian tertantang untuk menguasai api. Singkat cerita, mereka berhasil menaklukkan dan memanfaatkannya.

Pada sekitar 200.000 hingga 1.000.000 tahun yang lalu manusia berhasil mengendalikan api. Ini merupakan satu lompatan besar. Api menghasilkan cahaya dan panas yang berguna untuk banyak keperluan seperti membuka lahan hutan, menjauhkan hewan pemangsa, sebagai suar bagi mereka yang jauh dari kemah, memasak makanan, dan membuat gerabah.

Setelah itu, sepi kembali dan tidak terjadi ada perubahan berarti selama berabad-abad. Mereka tetap hidup dengan cara yang sama, yakni sebagai pemburu-pengumpul yang selalu berpindah tempat untuk menemukan hewan-hewan buruan dan tanaman liar yang dapat dimakan. Para sejarawan memperkirakan bahwa periode pemburu-pengumpul ini, sejak masa sebelum api dikuasai, berlangsung sekitar 2,5 juta tahun. Pada masa yang lama itu nenek moyang kita menjadi makhluk omnivora sejati yang memakan hampir semua jenis makanan, kecuali hewan atau tanaman yang beracun. Tidak ada seleksi yang ketat.

Mendapatkan makanan bukanlah pekerjaan yang mudah. Bahkan, pada masa sekitar 15.000 hingga 20.000 tahun yang lalu pekerjaan ini semakin sulit. Alam semakin tidak bersahabat dan memaksa manusia menyesuaikan diri. Iklim Bumi semakin hangat dan kering. Tumbuhan sumber makanan di wilayah pegunungan dan dataran tinggi menjadi layu. Hewan-hewan buruan

mulai bermigrasi ke lembah-lembah sungai untuk mencari air. Tidak ada pilihan bagi manusia, kecuali mengikuti kemana hewan-hewan itu pergi. Akan tetapi, lembah-lembah subur ini terbatas secara geografis. Pilihan yang paling mungkin adalah bertahan di lembah-lembah subur itu. Agar selalu tersedia cukup makanan, maka tanaman dan hewan yang ada harus dibudidayakan dan dikembangkan. Mereka memulai cara baru untuk mendapatkan makanan, yaitu bercocok tanam dan beternak hewan.

Nenek moyang kita ini kemudian belajar dari pengalaman bahwa benih-benih tanaman lebih produktif jika ditanamkan dalam tanah, bukan disebar di permukaan. Maka mereka menggali tanah. Semula mereka menggunakan tongkat tajam, sampai akhirnya mereka menemukan alat yang lebih efektif, yaitu bajak. Dengan sapi yang berhasil dijinakkan dan dipekerjakan untuk menarik bajak, mereka berhasil mengolah tanah lebih luas, menanam benih lebih banyak, dan menghasilkan makanan lebih banyak.

Ini adalah awal mula Revolusi Neolitik atau Revolusi Agribudaya. Masyarakat petani berkembang, dan peradaban dimulai. Sejarah mencatat bahwa kira-kira tahun 11000 Sebelum Masehi (SM) kehidupan desa dimulai di beberapa tempat di dunia. Sementara itu, kota pertama di bumi adalah Jericho (sekarang berada di wilayah Palestina) yang telah ada sejak sekitar tahun 9000 SM (Ighbareyeh *et al.* 2015).

Betapa dahsyatnya penemuan bajak ini. Bayangkan jika peradaban modern saat ini luluh lantak oleh karena suatu sebab, sehingga tidak ada alat telekomunikasi, internet, listrik, dan bahan bakar. Apa yang dapat diandalkan untuk melanjutkan kehidupan? Tanah, air, benih, dan sebuah bajak! Wajar jika Harford (2017) menempatkan bajak sebagai satu dari 50 penemuan hebat yang membentuk ekonomi modern. Penemuan bajak ini juga memberikan sinyal yang jelas perihal kemampuan nenek moyang kita untuk mengubah masalah menjadi solusi.

Satu per satu domestikasi terhadap biji-bijian yang dianggap menguntungkan dilakukan dan beberapa jenis hewan yang bermanfaat sebagai bahan makanan dan untuk membantu pekerjaan dijinakkan. Proses ini berlangsung ribuan tahun, dan gelombang utama domestikasi usai pada

sekitar 300 SM. Secara bertahap pula satu per satu kawanan pemburu-pengumpul beralih menjadi petani. Pada abad 1 M sebagian besar manusia adalah petani. Hingga tahun 1400 SM petani merupakan profesi mayoritas umat manusia.

Setelah beralih menjadi petani, manusia memakan lebih sedikit jenis tanaman dan hewan. Namun, sadar akan kemampuan mereka dalam berinovasi membuat nenek moyang kita mulai memiliki hasrat yang lebih banyak, yaitu makanan yang diolah lebih bervariasi, kehidupan yang lebih mudah dan nyaman, dan lain-lain. Itulah yang mereka wariskan kepada kita sehingga kita menjadi makhluk yang tidak berhenti melakukan inovasi untuk mencapai keadaan yang lebih baik dalam mengatasi persoalan. Sejarah kita sesak dengan siklus masalah-solusi dan ketidakpuasan-inovasi yang makin hari berputar makin cepat dan akhirnya menghempaskan kita ke zaman ini.

## 10.3 Dari Revolusi Neolitik ke Revolusi Industri

Para ilmuwan memperkirakan bahwa Homo Sapiens hidup sebagai pemburu-pengumpul selama sekitar 2,5 juta tahun, sampai terjadi Revolusi Neolitik atau Agribudaya pada sekitar 15.000 hingga 20.000 tahun yang lalu. Revolusi Neolitik ini adalah revolusi pertama dan boleh jadi merupakan revolusi paling besar dalam perjalanan panjang umat manusia. Setelah revolusi pertama ini, tidak lagi diperlukan waktu jutaan tahun untuk terjadinya lompatan atau revolusi berikutnya.

Pada masa awal sebagai masyarakat petani, setiap orang hidup dalam kelompok kecil yang akrab dan mandiri. Setiap kelompok memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Inovasi secara berkala terus terjadi di ladang pertanian dan peternakan di berbagai belahan bumi sehingga menghasilkan lebih banyak makanan. Daerah gurun ditanami, rawa dikeringkan, tanah yang miskin hara diolah, dan hutan dibuka untuk dijadikan lahan pertanian. Sejalan dengan perubahan tersebut, populasi manusia semakin meningkat dengan pesat.

Manusia kemudian mengenal praktik menukar barang keperluan (*barter*), lalu jual terjadi beli. Tercatat dalam sejarah bahwa *barter* telah dikenal sejak 6000 SM oleh orang-orang Mesopotamia, yang kemudian diadopsi oleh orang-orang Fenisia di daerah Mediterania Timur (sekarang Lebanon). Peradaban lalu bergerak kepada suatu masa ketika manusia mulai memproduksi barang atau jasa untuk keperluan orang lain dan mengharapkan imbalan atas produk atau jasa itu. Inilah sektor yang kita kenal sebagai industri. Pada masa awal industri, barang atau jasa dihasilkan dengan mengandalkan tenaga otot, air, atau angin. Kemampuannya masih sangat terbatas. Otot manusia harus sering diistirahatkan dan dipulihkan, sehingga tidak cukup banyak yang dihasilkan. Sementara, tenaga air dan tenaga angin biasanya digunakan sebagai kincir untuk membantu memutar penggilingan yang sangat berat. Akan tetapi, kincir air dan angin hanya dapat digunakan di dekat air terjun dan di daerah yang berangin.

Sudah menjadi sifat manusia rupanya untuk selalu ingin menghasilkan lebih banyak dalam tempo lebih singkat. Harapan akan terwujudnya keinginan itu muncul ketika Johannes Gutenberg menemukan mesin cetak pada tahun 1440. Produksi masal dalam waktu relatif singkat dengan bantuan alat ternyata bukan perkara mustahil. Akan tetapi, orang harus menunggu hampir empat abad untuk benar-benar menyaksikan barang diproduksi dalam jumlah besar oleh mesin-mesin bertenaga besar. Inilah awal terjadinya Revolusi Industri !

## 10.4 Mesin Uap, Ban Berjalan, Robot dan Kecerdasan Buatan

Tahun 1776, belasan ribu tahun setelah terbentuknya masyarakat petani, James Watt menemukan mesin uap. Sebuah penemuan yang membawa kepada penemuan-penemuan berikutnya sehingga membuat Inggris memutar roda industri lebih cepat. Pada masa itu Inggris adalah penghasil kain tenun paling utama di dunia.

Ditemukannya **mesin uap**, yang didukung oleh ketersediaan batu bara yang berlimpah sebagai sumber energi yang lebih mudah dan murah daripada kayu, memberikan landasan untuk terjadinya berbagai inovasi, yaitu kereta

api, kapal bertenaga uap, dan mesin tenun pada tahun 1784. Hal tersebut menjadi pemicu revolusi industri. Industri tenun rumahan dengan peralatan sederhana bertransformasi menjadi pabrik-pabrik tekstil berdaya besar yang digerakkan oleh mesin-mesin. Inggris menghasilkan lebih banyak kain tenun dan kapal-kapal uap mengirimkannya ke berbagai negara.

Terjadi perubahan sosial ekonomi yang besar yang kemudian diistilahkan sebagai “Revolusi Industri” pada tahun 1837 oleh Auguste Blanqui, seorang ekonom Perancis. Akan tetapi, popularitas istilah ini baru terjadi setelah Arnold Toynbee, seorang sejarawan besar, menggunakannya pada tahun 1882. Belakangan, revolusi industri ini diberi label 1.0 dan disingkat *Industrial Revolution* (IR) 1.0.

**Mekanik** adalah kata kunci dari IR 1.0. Kekuatan fisik digantikan oleh mesin. Berbagai mesin bertenaga air dan uap diciptakan dan dikembangkan untuk memproduksi barang secara masal, lebih cepat, efisien, dan dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja. Dunia sangat banyak berubah oleh karenanya. Mobilitas orang antara negara semakin ramai, karena kapal-kapal bertenaga uap dapat berlayar dengan jauh lebih cepat. Tidak hanya itu, arus barang antar wilayah juga semakin deras. Bahan baku dapat diperoleh dari suatu negara, kemudian produk akhir dapat pula didistribusikan ke berbagai negara. Hubungan internasional menjadi lebih kompleks. Sementara itu, ketersediaan produk secara masal juga membuat kehidupan masyarakat jauh lebih mudah, populasi meningkat, dan usia harapan hidup juga meningkat. Pada saat yang sama muncul kelas masyarakat yang baru. Ada pemilik, manajer, operator, dan lain-lain. Sejalan dengan hal tersebut, maka muncul pula kebutuhan akan cara produksi dan penyajian pangan yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat pabrik.

Sifat dasar industri adalah ingin terus lebih produktif, menghasilkan lebih banyak dalam waktu yang lebih singkat. Pada tahun 1913, sekitar dua abad setelah IR 1.0, kemajuan teknologi memberikan peluang terjadinya lompatan besar kedua di dunia industri yang kemudian disebut sebagai IR 2.0. Dua kata kunci pada IR 2.0 adalah **listrik** dan **ban berjalan**.

Proses produksi berubah total menjadi apa yang disebut dengan lini produksi atau *assembly line* yang dipelopori oleh industri mobil. Semula, proses perakitan mobil harus dilakukan di satu tempat yang sama demi menghindari dari proses transportasi dari tempat *spare part* satu ke tempat *spare part* lainnya. Sekelompok operator menyelesaikan satu mobil dari awal hingga akhir. Pada lini produksi, para operator menjadi spesialis yang hanya mengerjakan satu bagian, seperti pemasangan ban. Bagian mobil yang akan dikerjakan dipindahkan dari satu bagian produksi ke bagian lainnya dengan ban berjalan atau *belt conveyor*. Operator yang bekerja sebagai spesialis tinggal menunggu pada bagian yang menjadi spesialisasinya. Ford Motor Company adalah perusahaan pertama yang menerapkan sistem ban berjalan. Produktivitas perusahaan ini meningkat secara drastis. Dari tahun 1913 hingga 1927, Ford memproduksi lebih dari 15.000.000 mobil Model T.

Perubahan radikal ini dapat terjadi karena berhasil dimanfaatkannya listrik sebagai sumber energi yang murah. Perjalanan ini berlangsung cukup lama. Sejarah pelistrikan sudah dimulai oleh ilmuwan Inggris William Gilbert pada tahun 1600 yang diikuti oleh banyak sekali penemuan yang melibatkan ratusan ilmuwan di berbagai negara. Di antaranya adalah penemuan sifat konduktivitas listrik oleh Stephen Gray pada tahun 1729, penemuan Leyden Jar, kapasitor yang dapat menyimpan dan melepaskan listrik, pada tahun 1745 oleh dua orang yang bekerja terpisah yaitu Pieter van Musschenbroek di Belanda dan Ewald Christian Von Kleist di Jerman, serta pusat pembangkit listrik pertama oleh Thomas Alva Edison pada tahun 1882.

Kemajuan teknologi di berbagai bidang terus terjadi sehingga sekali lagi memberikan pijakan bagi umat manusia untuk mengubah wajah peradaban secara drastis. Pada tahun 1960an, kira-kira 50 tahun setelah IR 2.0, terjadi revolusi industri berikutnya, yakni IR 3.0. Kali ini yang menjadi target perubahan adalah manusia sebagai penggerak mesin-mesin industri. Peran manusia mulai diganti oleh **komputer** dan **robot**.

Sejarah teknologi komputer bermula di tahun 1801, ketika Joseph Marie Jacquard di Perancis menemukan alat tenun yang menggunakan kartu kayu berlubang untuk menenun desain kain secara otomatis. Pada tahun 1822 matematikawan Inggris terkemuka, Charles Babbage, mencoba membuat

mesin bertenaga uap yang dapat menghitung tabel angka. Proyek yang didanai oleh pemerintah Inggris ini tidak berhasil. Di tahun 1890, Herman Hollerith merancang sistem kartu berlubang (*punch card*) untuk menghitung sensus. Ia mendirikan perusahaan yang belakangan menjadi *International Business Machine* (IBM). Di tahun 1936 Alan Turing memperkenalkan konsep mesin universal yang menjadi konsep sentral komputer modern. Pada tahun 1943–1944, dua profesor Universitas Pennsylvania, John Mauchly dan J. Presper Eckert, mengembangkan *Electronic Numerical Integrator and Calculator* (ENIAC), yang dianggap sebagai kakek dari komputer digital. Mesin ini memenuhi ruangan berukuran 20 kali 40 kaki dan memiliki 18.000 tabung vakum. Dua tahun kemudian mereka menghasilkan komputer komersial pertama, yaitu *Universal Automatic Computer* (UNIVAC). Pada tahun 1947 William Shockley, John Bardeen, dan Walter Brattain dari Bell Laboratories menciptakan penemuan spektakuler, yaitu transistor. Mereka menemukan cara membuat sakelar listrik dengan bahan solid dan tidak perlu vakum sehingga memungkinkan komputer dibuat dengan ukuran sangat jauh lebih kecil.

Kemajuan pesat teknologi komputer yang membawa manusia menuju IR 3.0 ditandai dengan pengembangan semikonduktor dan penemuan berbagai komponen elektronika seperti transistor dan *microchip* (sirkuit terintegrasi atau mikroprosesor yang menjalankan semua program dan memori komputer), serta perkembangan pesat perangkat lunak (*software*) yang mendukung kinerja perangkat keras elektronik (*hardware*). Prosesor Intel Core generasi keenam memiliki kinerja 3.500 kali lebih tinggi, 90.000 kali lebih efisien dalam penggunaan energi, dan sekitar 60.000 kali lebih rendah harganya dibandingkan dengan *microchip* generasi pertama Intel pada tahun 1971.

Dunia yang semula analog telah bergeser menjadi digital. Sebagian pekerjaan manusia diambil alih oleh komputer yang dapat bekerja lebih cepat dan semakin cepat. Roda industri berputar semakin giat untuk menyediakan kebutuhan, termasuk pangan, bagi umat manusia yang populasinya terus membengkak.

Arus digitalisasi semakin deras. Otomatisasi yang telah dimulai pada Era IR 3.0 terus mengalami peningkatan sehingga menjadi suatu sistem yang sepenuhnya terhubung secara fleksibel yang dapat menggunakan aliran data

untuk belajar dan beradaptasi dengan tuntutan baru. Teknologi komputer yang meliputi lima komponen dasar mengalami perkembangan pesat. Kelima komponen dasar yang menjadi pilar komputer masa kini adalah sirkuit terintegrasi atau mikroprosesor, unit memori yang menyimpan dan menampilkan informasi, sistem jejaring yang membangun komunikasi di dalam dan di luar komputer, aplikasi perangkat lunak yang meningkatkan kapasitas komputer melakukan banyak tugas secara sendiri atau bersama-sama, dan sensor seperti kamera dan alat-alat kecil lain yang dapat mendeteksi perubahan di sekitarnya seperti cahaya, kelembapan, panas, gerak dan lain-lain. Perkembangan pesat itu berujung pada satu teknologi yang menjadi kunci bagi lahirnya satu revolusi industri baru, yaitu *deep learning*, *machine learning* dan pada tingkat yang lebih tinggi *artificial intelligence* atau **kecerdasan buatan**. Tahun 2007 merupakan salah satu tahun panen bagi perkembangan teknologi komputer ini. Pada tahun itu iPhone, ponsel pintar buatan Apple, berhasil diluncurkan. Google meluncurkan Android, Amazon merilis Kindle yang dapat mengunduh ribuan buku elektronik, kapasitas penyimpanan data komputer melompat jauh sehingga memungkinkan tersedianya '*big data*'. AT&T mengucurkan investasi pada *software-enabled networks* sehingga memperluas kapasitasnya untuk menangani lalu lintas seluler dari telepon pintar secara dahsyat. Lalu lintas data seluler di jejaring nirkabel Amerika Serikat meningkat di atas 100.000% dari 2007 hingga 2014. Pada akhir tahun 2006 Google membeli Youtube yang berakibat kepada melesatnya kinerja Youtube sebagai kanal digital berskala global.

Perubahan radikal itu disadari betul oleh Bosch, sebuah perusahaan Jerman, sebagai tanda dimulainya era industri yang baru. Pada *Hannover Trade Fair* tahun 2011 perusahaan ini memperkenalkan istilah Revolusi Industri Keempat atau IR 4.0 yang membawa lompatan inovasi di dunia informasi dan telekomunikasi ke dalam industri manufaktur. Selepas pameran, satu kelompok kerja dibuat. Setahun kemudian, kelompok kerja ini menyampaikan serangkaian rekomendasi untuk implementasi IR 4.0 pada Pameran Perdagangan Hannover berikutnya.

IR 4.0 memiliki banyak nama lain yang menggambarkan karakteristiknya seperti *Internet of Things (IoT)*, *Manufacturing 4.0*, dan *Smart Manufacturing*. Dalam IR 4.0 ini mesin-mesin telah menjadi lebih cerdas dengan kemampuan untuk mengelola diri mereka sendiri secara virtual, berdiskusi dengan manusia (*Human Machine Interface* atau HMI), dan melakukan proses produksi tanpa memerlukan sentuhan tenaga kerja.

Menurut Merkel (2014) IR 4.0 adalah transformasi yang komprehensif dari keseluruhan aspek produksi yang ada di industri melalui penggabungan internet dan teknologi digital dengan industri konvensional. Dalam cermatan Chu *et al.* (2013), IR 4.0 ditandai dengan adanya peningkatan digitalisasi manufaktur yang didorong oleh empat faktor, yaitu: (1) Peningkatan volume data, konektivitas, dan kekuatan komputasi; (2) Peningkatan kemampuan, analisis, dan kecerdasan bisnis; (3) Pencapaian bentuk interaksi baru antara manusia dan mesin, dan (4) Perbaikan instruksi transfer digital ke dunia fisik, seperti robotika dan 3D *printing*. Pada era IR 4.0, volume produksi skala ekonomis tidak lagi menjadi fokus. Perhatian utama adalah kepada pemenuhan permintaan konsumen yang diterjemahkan dalam fleksibilitas dalam berproduksi yang efisien dan *personalized*.

Perkembangan teknologi di era IR 4.0 ini selain memberikan keuntungan berupa efisiensi yang luar biasa, juga berdampak pula pada sistem ekonomi dan tatanan sosial budaya. Demikian pula halnya dengan sektor pangan. Secara khusus wajah industri pangan pada IR 4.0 akan dibahas pada subbab berikutnya.

## 10.5 Evolusi Fungsi Pangan

Sejalan dengan perubahan yang terus menerus terjadi pada berbagai sektor kehidupan manusia yang dipicu oleh inovasi sains teknologi, fungsi pangan juga mengalami evolusi. Subbab ini membahas evolusi fungsi pangan sebagai pengantar untuk membahas industri pangan di era IR 4.0 pada subbab berikutnya.

Makan (*eating food*) tidak pernah menjadi perkara tidak penting dalam sejarah peradaban manusia. Akan tetapi, apa yang dimakan oleh manusia mengalami perubahan dari masa ke masa. Sebagian makanan yang dulu dimakan oleh manusia purba sudah sangat jarang atau tidak lagi dimakan oleh orang di masa sekarang.

Di antara makanan yang dikonsumsi pada masa sebelum 17.000 tahun sebelum masehi adalah berbagai hewan laut (kerang, cumi-cumi, gurita, ikan, dan lain-lain), katak, serangga, cendawan, beberapa jenis sayuran, rusa, kuda, beruang, telur, beras dan jewawut. Pada masa itu garam telah digunakan. Pada masa 17.000 SM hingga 10.000 SM orang mulai mengonsumsi berbagai jenis gandum, beberapa jenis kacang-kacangan, bison, babi dan lemak babi, kambing, dan domba. Pada masa ini orang juga telah membuat tepung terigu, roti, sup, *wine*, dan bir. Setelah itu, satu per satu makanan yang kita kenal sekarang mulai dikonsumsi oleh para pendahulu kita, di antaranya susu, berbagai jenis buah, madu, jagung, kedelai, berbagai jenis bumbu dan rempah. Beberapa makanan olahan yang menarik untuk diketahui telah dikenal adalah yogurt dan krim masam (5000 SM), roti fermentasi (4000 SM), es krim dan mentega (3000 SM), teh (2737 SM), minyak zaitun (2500 SM), mi, pasta, *marshmallow* dan *liquorice* (2000 SM), gula pasir (1200 SM), sosis (500 SM) dan vinegar atau cuka (400 SM).

Pada mulanya nenek moyang kita makan makanan yang dapat dijangkau untuk mendapatkan energi untuk melakukan berbagai aktivitas kehidupan. Pada periode yang sangat awal ini nenek moyang kita sudah mulai memperhatikan citarasa. Digunakannya garam untuk memberi rasa adalah salah satu tandanya. Sejalan dengan pengetahuan yang terus berkembang, maka semakin banyak pilihan makanan yang tersedia. Para pendahulu kita mulai memilih makanan. Beberapa jenis makanan yang dirasa tidak enak, seperti beruang dan serangga, mulai ditinggalkan.

Selain mulai memilih bahan makanan, manusia juga mulai mengolah makanan dengan berbagai macam cara. Di antaranya yang paling penting adalah fermentasi. Tanpa sedikitpun pengetahuan tentang mikroorganisme, manusia berhasil memperoleh suatu kearifan yang penting yaitu apabila kondisi lingkungan diatur sedemikian rupa maka makanan yang disimpan

atau dibiarkan tidak akan busuk, bahkan sebaliknya menghasilkan citarasa yang berbeda dan lezat. Dapat dikatakan bahwa semua kebudayaan di dunia ini memiliki koleksi makanan hasil fermentasi yang khas.

Kemampuan mengendalikan api juga membuka kesempatan kepada manusia untuk melakukan berbagai eksperimen memasak makanan. Memasak makanan diperkirakan telah dikenal sejak sekitar 250.000 tahun yang lalu. Memasak umbi telah dikenal di Afrika sejak sekitar 170.000 tahun yang lalu. Mengolah gandum menjadi terigu untuk kemudian diolah menjadi roti telah dilakukan sejak sekitar 30.000 tahun yang lalu.

Memasak dengan cara menggoreng telah dikenal sejak sekitar tahun 2500 SM di Mesir. Sementara itu, masih di Mesir, orang memanggang roti sejak sekitar tahun 2600 SM. Petualangan untuk menghasilkan berbagai citarasa makanan terus berlangsung selama berabad-abad. Semua kebudayaan mengembangkan seni memasaknya masing-masing.

Pada tahap ini orang menganggap makanan hanya untuk menghasilkan tenaga dan memuaskan selera. Hingga tahun 1785 orang tidak tahu apa yang terjadi pada makanan setelah masuk ke tubuh manusia. Meskipun demikian, ada jejak sejarah yang menunjukkan bahwa efek positif makanan terhadap tubuh telah pula diperhatikan. Kitab pengobatan India kuno, Ayurveda, dari masa sekitar 6000 tahun yang lalu menyebutkan bahwa minum air hangat di pagi hari bermanfaat bagi kesehatan. Filsuf besar Yunani, Hippocrates (460–370 SM) berkata, *“let food be the medicine and medicine be the food.”* Di China, Jepang dan negara Asia lain, banyak jenis makanan diyakini memiliki manfaat bagi kesehatan.

Tahun 1747 adalah masa penting bagi perkembangan ilmu pangan. Pada tahun ini dr. James Lind, seorang dokter Angkatan Laut Inggris melakukan satu percobaan yang fenomenal. Pada masa itu banyak pelaut yang berada dalam perjalanan panjang selama bertahun-tahun mengalami penyakit gangguan pendarahan pada gusi yang sering berakhir dengan kematian. Dr Lind menduga penyebabnya ada pada jenis diet para pelaut yang hanya terdiri atas makanan awet seperti daging kering dan roti, tanpa adanya bahan pangan segar. Ia membagi para pelaut ini menjadi tiga kelompok. Kelompok pertama

diberi air laut, kelompok kedua cuka, dan kelompok ketiga limau. Hanya kelompok ketiga yang berhasil diselamatkan dari penyakit. Percobaan dr Lind ini memberikan pemahaman penting tentang peran bahan pangan untuk menjaga kesehatan manusia.

Tidak jelas kapan pertama kali orang mulai bertanya-tanya tentang apa yang terjadi pada makanan setelah dikonsumsi oleh manusia atau hewan. Akan tetapi, laporan penelitian Claude Berthold tahun 1785 tentang adanya gas amonia pada kotoran hewan dapat dipandang sebagai tonggak penting perkembangan ilmu yang berkenaan dengan apa yang terjadi pada makanan di dalam tubuh manusia. Sejak saat itu orang memahami bahwa senyawa kimia pada makanan diubah di dalam tubuh manusia. Ini menandai munculnya ilmu baru, yaitu ilmu gizi. Para ilmuwan kemudian mengetahui bahwa pada makanan terdapat zat-zat gizi yang diperlukan oleh tubuh manusia.

Beberapa penemuan penting pada awal perkembangan ilmu gizi adalah sebagai berikut. Tahun 1770, Antoine Lavoisier, sang pelopor revolusi kimia, menemukan proses aktual di mana makanan dimetabolisme. Ia membuat persamaan yang menggambarkan kombinasi makanan dan oksigen di dalam tubuh yang menghasilkan panas dan air. Pada awal tahun 1800-an ditemukan bahwa unsur utama makanan adalah karbon, nitrogen, hidrogen dan oksigen. Tahun 1840, Justus von Liebig dari Jerman menjadi orang pertama yang mengungkapkan susunan kimiawi dari karbohidrat, lemak, dan protein. Karbohidrat terbuat dari gula, lemak adalah asam lemak, dan protein terdiri atas asam amino. Tahun 1897, Christiaan Eijkman mengamati penduduk Jawa yang mengalami suatu penyakit yang disebut Beriberi yang menyebabkan masalah jantung dan kelumpuhan. Melalui pengamatan yang cermat, ia berhasil menyembuhkan para penderita dengan memberinya makan nasi yang berasal dari beras yang belum disosoh. Eijkman melanjutkan Lind, bahwa makanan dapat menyembuhkan penyakit. Ahli gizi kemudian mengetahui bahwa beras yang belum disosoh mengandung vitamin B1. Istilah vitamin sendiri baru diperkenalkan oleh Casmir Funk pada tahun 1912. Komponen yang kemudian disebut sebagai vitamin A ditemukan pada tahun 1819. Vitamin lainnya baru ditemukan pada abad ke-20.

Ada kalanya seseorang mengalami kematian akibat konsumsi pangan dari jenis atau dalam keadaan tertentu. Kejadian keracunan pangan diperkirakan sudah terjadi sejak masa prasejarah saat nenek moyang kita masih merupakan kawanan pemburu-pengumpul yang mengembara dari satu wilayah ke wilayah lain. Terdapat jejak-jejak arkeologis bahwa manusia prasejarah, dalam keadaan terdesak, kadang-kadang mengonsumsi daging setengah busuk yang sebelumnya dimangsa oleh hewan predator. Ada kemungkinan sebagian dari mereka mengalami sakit atau kehilangan nyawa karena daging setengah busuk ini.

Pada era masyarakat petani, kesadaran akan bahayanya mengonsumsi makanan busuk diperkirakan sudah muncul beberapa ratus tahun SM. Catatan tertua terkait pembusukan makanan berasal dari 6000 SM. Konfusius pada tahun 500 SM memperingatkan agar tidak makan “nasi asam.” Dokumen yang dipercaya sebagai yang pertama terkait penyakit yang disebabkan oleh makanan (*foodborne illness*) terjadi pada tahun 323 SM. Di dalam dokumen ini, dipaparkan sejarah gejala dan kematian Alexander Agung, yang oleh sains modern diduga sebagai demam tifoid, yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella Typhi*.

Meskipun ilmu pengetahuan dan teknologi yang kita manfaatkan hari ini tidak ada ratusan tahun yang lalu, orang telah lama khawatir tentang kualitas dan keamanan pangan. Diyakini bahwa undang-undang pangan Inggris pertama - *Assize of Bread* - diproklamasikan oleh Raja John dari Inggris pada 1202, yang melarang pemalsuan roti dengan bahan-bahan seperti kacang polong atau kacang tanah. Penjajah Amerika membuat replika peraturan *Assize of Bread* pada tahun 1646, dan kemudian mengesahkan Undang-Undang Anti-Perdagangan Melawan Ketentuan-ketentuan yang Tidak Sehat pada tahun 1785, yang diyakini sebagai undang-undang keamanan pangan Amerika Serikat pertama. Badan Pengawasan Obat dan Makanan Amerika Serikat (*Food and Drug Administration* atau FDA) dibentuk pada tahun 1906. Pada tahun itu pula undang-undang pertama yang mengatur tentang pasokan pangan disahkan. Sementara itu, Badan Pengawasan Obat dan Makanan (Badan POM) di Indonesia dibentuk sebagai sebuah badan yang terpisah pada tahun 2001, hampir 100 tahun setelah FDA dibentuk.

Pada tahun 1938, Undang-undang yang mengatur tentang keharusan penetapan batas toleransi pemakaian bahan beracun yang tidak dapat dihindari pada pangan diluncurkan. Penarikan makanan besar-besaran pertama di AS, sebagai konsekuensi dari berlakunya Undang-Undang Pangan, terjadi pada tahun 1973, setelah wabah penyakit nasional dari jamur kaleng. Lebih dari 75 juta kaleng jamur disingkirkan dari rak-rak toko. Perkembangan penting lainnya di bidang keamanan pangan adalah diterapkannya *Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) System* pada tahun 1996. Sementara itu, cetak biru keamanan pangan yang mengadopsi IR 4.0 mulai dibahas pada tahun 2019. FDA menyebut cetak biru ini sebagai *Blueprint for a New Era of Smarter Food Safety*.

Teknologi pangan, dalam bentuk yang sederhana, yang bertujuan untuk mengolah bahan pangan menjadi lebih mudah dimakan, memuaskan selera dan awet telah dikenal sejak zaman prasejarah. Akan tetapi, walau aspek citarasa selalu penting, teknologi pangan modern seperti yang kita kenal sekarang lebih sering berkaitan dengan upaya memperpanjang umur simpan pangan.

Sifat bahan pangan yang mudah rusak dan cepat busuk telah menjadi persoalan yang dipandang serius sejak lama. Mengemas atau mewadahi hasil petik atau panen semula dilakukan dengan menggunakan bahan yang disediakan oleh alam seperti labu, cangkang, dan daun. Kemudian, wadah dibuat dari bahan alami, seperti kayu berlubang, anyaman rumput, dan organ hewan. Pada masa berikutnya orang menggunakan kain, logam, dan tembikar. Kertas, yang terbuat dari lembaran kulit kayu *mulberry*, digunakan orang China untuk mengemas sejak abad pertama atau kedua SM.

Tanpa bekal sains, berbagai cara pengawetan bahan pangan telah ditemukan oleh para pendahulu kita, terutama dengan menggunakan garam, fermentasi dan suhu rendah. Teknik fermentasi telah dikenal sejak 5000 SM. Pada 1000 SM Bangsa Romawi mengawetkan udang dengan salju. Pengawetan dengan cara pengasapan juga diperkirakan telah dikenal pada masa yang sama.

Sains terkait bagaimana makanan mengalami pembusukan baru lahir pada tahun 1665 ketika Francesco Redi, seorang dokter Italia, mendemonstrasikan belatung pada daging yang membusuk tidak muncul secara spontan tetapi berasal dari larva lalat. Pada tahun 1683, Antonie van Leeuwenhoek dari Belanda menemukan dan mendeskripsikan bakteri melalui mikroskop.

Akan tetapi, teknologi sekali lagi mendahului sains pada tahun 1806. Ini adalah tahun ketika Nicolas Appert, seorang pembuat permen dari Perancis, berhasil menjawab tantangan Napoleon Bonaparte untuk menyediakan pangan yang awet dalam jumlah besar sebagai logistik para prajurit di medan perang. Tanpa bekal pengetahuan bagaimana makanan menjadi busuk, Appert sejak tahun 1795 mulai melakukan eksperimen untuk mengawetkan makanan. Prinsip-prinsip sterilisasi dengan cara memanaskan makanan dalam botol yang dikembangkan oleh Appert masih digunakan sekarang sehingga diabadikan namanya menjadi proses *Appertization*. Para sejarawan sepakat bahwa penemuan Appert ini adalah awal mula teknologi pangan modern.

Lompatan sains terkait bagaimana makanan membusuk baru terjadi pada tahun 1857 ketika Louis Pasteur membuktikan bahwa susu berubah masam akibat pertumbuhan mikroorganisme. Pada tahun 1860 ia menunjukkan bahwa panas dapat membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan dalam anggur dan bir. Proses semacam ini masih sering digunakan untuk berbagai makanan. Kita menyebutnya dengan pasteurisasi. Karya Pasteur ini menjadi penanda lahirnya ilmu mikrobiologi pangan.

Kehidupan yang semakin bergegas, yang berawal dari terbentuknya masyarakat pekerja pabrik pada masa IR 1.0, memunculkan satu permintaan jenis pangan yang baru, yaitu pangan siap saji (*convenience food*) dan instan. Pada tahun 1896, restoran swalayan pertama (“Stollwerck-Automatenrestaurant”) dibuka di Leipziger Straße di Berlin. Mayoritas sejarawan setuju bahwa perusahaan gerai cepat saji pertama di Amerika adalah White Castle yang dimulai di Wichita, Kansas pada tahun 1916. Gerai ini menjual hamburger.

Bentuk paling awal dari produk yang dapat disebut sebagai *convenience food* adalah susu kental yang sudah beredar di pasar pada tahun 1850-an, serta makanan kalengan seperti kacang panggang (*baked bean*) produksi Heinz

yang muncul pada tahun 1880-an. Berikutnya Justus von Liebig, ilmuwan terkemuka Jerman, mematenkan susu formula pada tahun 1886 dan sudah hadir di pasar beberapa tahun kemudian.

Perubahan sosial berupa semakin banyaknya wanita karier di Amerika Serikat selepas perang dunia kedua memunculkan jenis makanan baru yang praktis. Makanan kemasan dalam bentuk beku atau dingin yang siap santap dengan hanya perlu dipanaskan, dikenal dengan *TV dinner*, mulai populer pada tahun 1950-an. *TV Dinner* semula merupakan merk dagang milik C.A. Swanson & Sons yang kemudian menjadi nama generik. Penemuan oven gelombang mikro (*microwave oven*) pada tahun 1947 semakin melejitkan popularitas makanan siap saji ala *TV Dinner* ini.

Ada pula jenis pangan yang masih perlu dimasak, walau dalam waktu yang singkat, umumnya tidak lebih dari lima menit. Jenis pangan seperti ini disebut dengan makanan instan. Makanan instan paling awal adalah saus daging (*gravy*) pada tahun 1908. Akan tetapi, yang paling menonjol pada lini makanan instan ini adalah mi instan yang ditemukan oleh Momofuku Ando dari Jepang dan mulai diluncurkan pada tahun 1958.

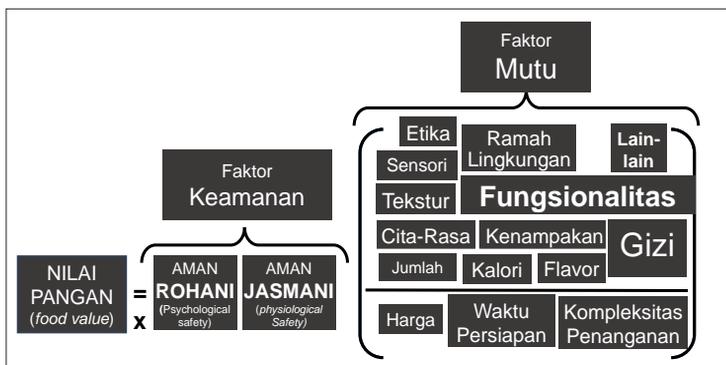
Perkembangan zaman ditandai pula dengan perubahan pola makan atau diet yang tidak seimbang yang memicu terjadinya penyakit tidak menular (*non-communicable disease*) seperti gangguan jantung, diabetes, darah tinggi, kanker, dan gangguan kerja syaraf. Akibatnya, biaya yang harus dikeluarkan untuk sektor kesehatan membengkak. Dipicu oleh membengkaknya biaya kesehatan masyarakat yang harus ditanggung, Pemerintah Jepang mendorong para ilmuwan kepada satu pemikiran tentang kemungkinan pangan sebagai cara untuk mencegah terjadinya berbagai penyakit tersebut. Inilah awal mula munculnya pangan fungsional pada akhir 80-an. Meskipun demikian, penting untuk kembali digarisbawahi bahwa konsep pangan untuk kesehatan bukanlah gagasan yang baru. Di China, Jepang, India dan negara-negara Asia lainnya, sejumlah makanan secara tradisional dikaitkan dengan manfaat kesehatan tertentu. Yang membedakan antara konsep lama dan konsep pangan fungsional modern di Jepang adalah dilibatkannya kajian ilmiah untuk membuktikan manfaat fungsional tersebut. Jadi, tidak sekadar klaim atau persaksian (testimoni).

Saat ini industri pangan fungsional merupakan sektor bisnis yang besar dan terus berkembang. Pada tahun 2018, pasar pangan fungsional dunia telah mencapai USD 161,49 miliar. Makanan yang paling populer adalah minuman berenergi/olahraga, produk susu probiotik, penyebaran kesehatan jantung, dan sereal siap makan. Klaim fungsionalitas utama adalah untuk kesehatan usus (terutama di Jepang dan Eropa), kesehatan jantung (terutama di AS dan Eropa), mempromosikan pertahanan alami, dan meningkatkan level energi. Fungsi pangan terus berkembang. Belakangan ini pangan dikaitkan pula dengan peningkatan kualitas hidup seseorang, seperti memperlambat penuaan, memperhalus kulit, mencegah rambut rontok, dan lain-lain.

## 10.6 Tantangan dan Peluang Industri Pangan 4.0

Industri pangan hari ini merupakan jejaring yang sangat kompleks yang melibatkan petani dan beragam bisnis yang secara bersama-sama memasok kebutuhan pangan populasi dunia. Konfigurasinya telah sangat jauh berkembang dibandingkan ketika pertama kali industri pangan dimulai. Era IR 4.0 bahkan membuat industri pangan sekali lagi mengalami transformasi radikal. Teknologi *IoT*, komputasi awan, komputasi kognitif, dan realitas virtual membantu menjembatani kesenjangan antara dunia maya dan fisik. Inovasi dan otomatisasi yang lebih besar melanda industri pangan.

Meskipun demikian, secara prinsip hampir tidak ada yang berubah. Umat manusia di sepanjang masa selalu mengharapkan nilai pangan yang setinggi-tingginya. Nilai pangan ini ditentukan oleh dua faktor utama, yaitu faktor keamanan dan faktor mutu (**Gambar 10.1**). Faktor keamanan terdiri atas keamanan fisiologis dan psikologis. Pangan sama sekali tidak bernilai jika tidak aman secara fisiologis dan melanggar kepercayaan yang dianut oleh seseorang. Misalkan, kehalalan bahan pangan bagi umat Islam adalah sebuah keharusan. Faktor mutu terdiri atas kesehatan, kenikmatan, kepraktisan, dan harga. Secara garis besar tren pangan yang bernilai tinggi adalah yang memiliki manfaat kesehatan dan nilai sensoris yang tinggi, harga yang lebih murah, waktu persiapan yang lebih singkat serta penanganan yang lebih sederhana.



Gambar 10.1 Tren perkembangan teknologi pangan di era IR 4.0 (Hariyadi 2018)

Yang banyak mengalami perubahan di era IR 4.0 adalah yang terkait dengan bagaimana bahan pangan diproduksi, diproses dan didistribusikan. Di era IR 4.0, detail perjalanan bahan pangan dari ladang pertanian hingga ke meja makan dianalisis, dikendalikan, dan terus berkembang melalui sistem virtual. Proses produksi dipantau dengan jauh lebih cermat sehingga membantu menghasilkan konsistensi mutu dan meningkatkan mutu produk. Penggunaan sumber daya seperti energi, air, dan tenaga kerja yang lebih efisien, optimalisasi proses untuk meminimalkan kehilangan bahan pangan (*food waste and food loss*), serta distribusi yang lebih cepat dan murah mulai menjadi tren di era IR 4.0. Hal ini dapat dicapai dengan lebih banyak melibatkan sensor, konektivitas, analitik, serta terobosan dalam robotika dan kecerdasan buatan di industri pangan. Nilai pangan dan produktivitas yang setinggi-tingginya kini menjadi acuan bagi industri pangan di era IR 4.0. Keadaan ini menghadirkan tantangan sekaligus peluang. Menangkap keinginan dan permintaan konsumen, yang kemudian diterjemahkan dalam proses produksi sampai distribusi, menjadi kunci sukses dalam persaingan di era IR 4.0.

### 10.6.1 Tantangan Bagi Setiap Negara

Dunia hari ini adalah sebuah paradoks. Jumlah penduduk dunia diperkirakan akan mencapai delapan miliar orang pada tahun 2030. Bagaimana menyediakan cukup pangan bagi semua orang merupakan misi bersama umat manusia. Perserikatan Bangsa-bangsa (PBB) telah menetapkan

bebas lapar (*zero hunger*) pada tahun 2030 sebagai salah satu dari 17 target *Sustainable Development Goal* (SDG) yang disepakati pada tahun 2015. Akan tetapi, pada saat yang sama setiap negara saling berkompetisi untuk menjadi pemain penting dan memenangkan pasar. Kondisi yang juga dialami oleh bangsa Indonesia.

Pemerintah Indonesia telah meluncurkan satu program yang disebut dengan *Making Indonesia 4.0*. Ada lima prioritas sektor industri dalam program ini, yaitu pangan, tekstil dan garmen, otomotif, elektronika dan kimia. Kelima sektor ini menyumbang 60% produk domestik bruto, 65% ekspor, dan 60% tenaga kerja pada bidang manufaktur. Penerapan teknologi yang sejalan dengan IR 4.0 menjadi sebuah keniscayaan apabila Indonesia ingin mendapatkan peluang besar memenangkan pasar pada kelima sektor tersebut.

Persoalannya, IR 4.0 merupakan sebuah lompatan besar yang memerlukan kesiapan tertentu, di antaranya literasi digital. Untuk menilai kesiapan tersebut, suatu pemeringkatan, yang disebut dengan Peringkat Daya Saing *Digital IMD World*, mengukur kapasitas dan kesiapan 63 ekonomi untuk mengadopsi dan mengeksplorasi teknologi digital. Hal ini menjadi pendorong utama transformasi ekonomi dalam bisnis, pemerintah dan masyarakat luas. Namun demikian, hasilnya kurang menggembirakan bagi Indonesia. Peringkat Indonesia di tahun 2019 adalah 56, di bawah negaranegara Kawasan ASEAN seperti Filipina (55), Thailand (40), Malaysia (26) dan Singapura (2).

Tantangan berikutnya adalah penerapan IR 4.0 yang optimal memerlukan prasyarat yang harus dipenuhi oleh industri, di antaranya adalah ketersediaan sumber daya listrik yang berlimpah, murah, dan *ajeg*, serta ketersediaan infrastruktur jaringan internet dengan *bandwidth* yang besar dan jangkauan luas. Selanjutnya adalah ketersediaan pusat data dengan kapasitas penyimpanan yang cukup banyak, aman dan terjangkau, ketersediaan infrastruktur logistik modern, dan kebijakan ketenagakerjaan yang mendukung kebutuhan industri sesuai dengan karakter IR 4.0.

Tantangan lainnya, penerapan teknologi dalam himpunan IR 4.0 merupakan kabar buruk bagi dunia tenaga kerja. Robot dan mesin yang semakin pintar, pabrik yang dapat mengurus dirinya sendiri, mobil yang dapat menyetir sendiri jelas semakin menyingkirkan peran manusia. Sejalan dengan hal tersebut, wabah *Corona Virus Disease 2019* (COVID-19) yang memaksa orang untuk saling menjaga jarak juga memberikan sinyal akan semakin berakhirnya era kerumunan orang di pabrik. Pandemi yang melanda seluruh dunia seakan-akan memberikan desakan untuk diterapkannya IR 4.0.

Tantangan lain yang dihadapi oleh Indonesia adalah regulasi yang belum siap, keamanan data, penyedia teknologi, dan *human skill* yang relatif rendah. Untuk memonitor perkembangan IR 4.0 di Indonesia, Kemenperin telah menetapkan *Indonesia Industry 4.0 Readiness Index* (INDI 4.0) sebagai indikator kesiapan industri memasuki era IR 4.0. Sebagai insentif tambahan, pemerintah memberikan *super tax deduction* untuk vokasi dan inovasi. Yang terakhir, diperlukan koordinasi dari hulu hingga hilir berupa kebijakan utuh yang menetapkan IR 4.0 sebagai lokomotif pertumbuhan industri dan ekonomi yang harus diikuti oleh kementerian dan lembaga lain.

### 10.6.2 Peluang yang Membenteng

Setiap perubahan yang terjadi nampaknya disediakan untuk dimenangkan oleh orang, organisasi, dan negara yang tanggap terhadap perubahan itu. Era IR 4.0 ditandai pula dengan perubahan pada konsumen, yang di antaranya meliputi pembelian barang yang sedikit, tapi berbiaya rendah, disain dan kualitas barang yang disesuaikan dengan karakteristik pelanggan (*customized*), layanan yang cepat hingga ke alamat konsumen.

Perubahan pada konsumen ini mengindikasikan pentingnya kegesitan atau kelincahan bisnis untuk menyesuaikan diri. Keberlimpahan data di dunia maya sangat membantu bagi orang-orang yang cermat memanfaatkannya. Siapapun yang berhasil memanfaatkan *big data* tentang konsumen akan berpeluang memenangkan pasar. Bisnis-bisnis pangan baru yang *customized*, berbasis *3D printing* akan semakin berkembang.

Penerapan IR 4.0 juga dapat menghasilkan peluang pekerjaan baru yang lebih spesifik, terutama yang membutuhkan kompetensi tinggi. Oleh karena itu, transformasi keterampilan yang mengarah kepada bidang teknologi informasi sangat diperlukan. Literasi digital merupakan sebuah persyaratan. Bidang-bidang seperti R&D dan pengembangan *software* akan semakin berkembang.

## 10.7 Menjadi Relevan atau Hilang Ditelan Zaman

IR 1.0 ditandai dengan berbondong-bondongnya orang berangkat kerja ke pabrik. Sebaliknya, IR 4.0 ditandai dengan ramainya orang yang terpaksa meninggalkan pabrik. Dengan kecanggihan teknologi robotik, kecerdasan buatan, IoT, *augmented reality*, sebuah pabrik dapat mengurus dirinya sendiri.

Jelas sudah, peta permainan telah jauh berubah. Sebuah rilis oleh *McKinsey Global Institute* (Desember 2017), pada 2030 sebanyak 400 juta sampai 800 juta orang harus mencari pekerjaan baru, karena digantikan mesin. Di Indonesia, era IR 4.0 ini akan menghapus sekitar 50 juta peluang kerja !!!.

Akan tetapi, setiap yang hilang sering disertai dengan datangnya hal-hal baru. Sejumlah pekerjaan akan hilang, sementara di sisi lain pekerjaan baru yang semula tidak terpikirkan akan bermunculan. Pekerjaan-pekerjaan yang baru itu hanya diperuntukkan kepada setiap orang yang memiliki cukup kecerdasan untuk tetap relevan.

Jadi, apa yang perlu dipersiapkan oleh seorang anak muda? **Pertama**, memahami bagaimana iklim peradaban masa kini. Pada paparan sebelumnya telah diperlihatkan betapa roda inovasi berputar semakin cepat, semakin membuat terengah-engah siapapun. Pasar semakin kerap bergejolak. Setiap yang gelagapan akan tenggelam. Sejumlah pemimpin pasar lenyap dalam sekejap.

Iklim ini dengan tepat digambarkan pertama kali oleh Angkatan Darat Amerika Serikat pada tahun 1987 sebagai VUCA. Semula, istilah ini digunakan untuk menggambarkan kondisi ekstrim di Afghanistan dan Irak yang secara drastis mengubah sifat peperangan. Ternyata, karakteristik yang serupa juga terjadi di dunia bisnis. Sejarah mencatat sejumlah pemimpin pasar lenyap dalam sekejap mata. Sepuluh tahun lalu *Blackberry* mengalami pertumbuhan eksponensial, namun dilenyapkan oleh *iPhone* dalam dua tahun. Apa yang dianggap hebat hari ini mendadak usang esok hari. Inovasi menjadi semakin sulit dan orang mungkin terpaksa harus meraba-raba dan mencoba-coba.

**Kedua**, memahami kecakapan hidup yang diperlukan untuk bertahan. Tony Wagner, yang pernah menjadi pakar di Harvard Innovation Lab, mewawancarai sejumlah eksekutif terkemuka dunia untuk mengetahui kecakapan apa yang diperlukan oleh seorang profesional untuk bertahan pada abad ke 21. Hasil wawancara ini kemudian disusun menjadi *Seven Survival Skills for the 21st Century*, yang meliputi (1) *critical thinking and problem solving*, (2) *collaboration across networks and leading by influence*, (3) *agility and adaptability* (4) *initiative and entrepreneurialism*, (5) *effective oral and written communication*, (6) *accessing and analyzing information*, dan (7) *curiosity and imagination*.

Survei dilakukan terhadap sejumlah eksekutif dan pemilik usaha di bidang pangan di Indonesia untuk mengetahui pendapat mereka tentang tiga kecakapan paling utama yang diperlukan oleh seorang profesional. Sebagian besar dari mereka satu pandangan bahwa *critical thinking and problem solving*, *agility and adaptability*, dan *collaboration across networks and leading by influence* merupakan kecakapan yang paling diperlukan. Hasil ini sejalan dengan pendidikan abad ke-21 yang menekankan pentingnya kecakapan 4C, yaitu berpikir kritis (*critical thinking*), kreativitas (*creativity*), berkomunikasi dengan efektif (*communications*), dan berkolaborasi (*collaboration*). Dalam iklim VUCA dewasa ini, kelincahan dan kemampuan seseorang untuk menyesuaikan diri menjadi semakin penting. Setiap orang yang ingin bertahan di dalam ketidakmenentuan (*uncertainty*) harus memiliki keberanian untuk mengambil risiko, melakukan kesalahan dan cepat tanggap untuk belajar dari kesalahan.

**Ketiga**, memahami dan memiliki motivasi tinggi untuk berperan aktif di dalam misi besar dunia ilmu dan teknologi pangan, yaitu memenuhi kebutuhan pangan seluruh umat manusia. Ketercukupan pangan merupakan persoalan kemanusiaan yang rumit dan memerlukan kerja bersama seluruh bangsa-bangsa. Dimulai dari tahap produksi bahan pangan (pertanian, peternakan, perikanan, dan lain-lain), konversi bahan pangan menjadi pangan (pasca panen, industri pengolahan, dan lain-lain) hingga distribusi produk pangan (transportasi, telekomunikasi, dan lain-lain) terdapat daftar panjang persoalan yang perlu dihadapi.

Seorang lulusan ilmu dan teknologi pangan hendaknya memiliki kemampuan membaca dan mengkaji rantai proses tersebut dari hulu hingga hilir tersebut dan memahami persoalan yang terjadi pada setiap rantai tersebut. Di antara persoalan besar pada sektor produksi bahan pangan adalah ketersediaan lahan produktif, krisis air dan energi, hama dan penyakit yang menyerang hewan dan tanaman, perubahan iklim global, pemakaian unsur hara yang tidak optimal, dan persoalan yang terkait dengan keamanan seperti penggunaan pestisida, hormon pertumbuhan, dan lain-lain. Pertanyaan sentral adalah bagaimana menjaga keberlangsungan produksi bahan pangan dengan ongkos produksi yang relatif rendah di atas planet bumi yang semakin hari semakin berat untuk menyediakan kebutuhan umat manusia.

Salah satu persoalan utama pada tahap proses pengolahan bahan pangan adalah kehilangan pangan dan pangan terbuang (*food loss and waste*), yaitu berupa kehilangan pasca panen, produk olahan yang tidak memenuhi standar, atau pangan yang terbuang karena perilaku manusia. Saat ini total pangan yang hilang dan terbuang di seluruh dunia sekitar 25–30% dari jumlah pangan yang diproduksi. Persoalan lain yang juga penting adalah penggunaan energi yang masih belum efisien, kehilangan zat gizi atau bahan aktif yang bermanfaat selama proses pengolahan, proses produksi yang kurang ramah lingkungan, dan persoalan yang berkenaan dengan keamanan pangan seperti penggunaan bahan kimia yang membahayakan kesehatan, terbentuknya senyawa-senyawa kimia akibat proses yang berisiko bagi metabolisme tubuh manusia, dan lain-lain. Buku ini telah menguraikan ilmu dan teknologi yang diperlukan untuk mengolah bahan pangan secara baik sehingga menjadi produk pangan yang

sesuai dengan kebutuhan manusia untuk hidup sehat, aktif dan produktif. Ini adalah kompetensi utama yang perlu dikuasai oleh seorang lulusan ilmu dan teknologi pangan.

Penting pula dicermati bahwa spektrum konsumen produk pangan semakin lama semakin luas. Selain terdapat kelompok besar dari populasi dunia yang memiliki akses pangan yang terbatas, terdapat pula kelompok masyarakat yang memiliki kebutuhan spesifik yang sangat bervariasi. Kebutuhan spesifik itu muncul oleh berbagai faktor seperti kesehatan, selera, kepercayaan, kebiasaan atau budaya, keinginan untuk mendapatkan pengalaman, gaya hidup, dan lain-lain. Pada era IR 4.0 ini, porsi industri untuk menentukan jenis produk pangan yang beredar di pasar semakin berkurang. Sebaliknya, posisi konsumen yang menginginkan produk pangan dengan karakteristik tertentu, unik, dan *customized* semakin menguat. Berkenaan dengan itu, kompetensi tambahan berupa pemahaman terhadap perilaku konsumen, situasi pasar, kearifan lokal, kondisi sosial ekonomi dan geopolitik, komunikasi publik menjadi penting pula untuk dimiliki.

Untuk menaungi semua aktivitas produksi pangan tersebut, maka diperlukan peran otoritas kekuasaan untuk menetapkan regulasi atau aturan agar kepentingan publik mendapatkan prioritas utama. Regulasi, apapun bentuknya, pada dasarnya adalah sebuah kesepakatan. Ada negosiasi untuk mencapai kondisi terbaik bagi setiap komponen masyarakat, atau secara global untuk mencapai kondisi terbaik bagi setiap bangsa. Persoalan regulasi ini, sejalan dengan kemajuan sains dan teknologi, semakin lama semakin kompleks. Perbedaan regulasi antara suatu negara dengan negara lain ada kalanya terjadi. Tidak hanya terhadap produk, regulasi juga meliputi aturan main perdagangan, pengiriman barang, penggunaan data, akses informasi dan lain-lain. Pengetahuan tentang regulasi ini merupakan kompetensi tambahan yang patut dimiliki oleh seorang lulusan ilmu dan teknologi pangan.

Tiga pembekalan literasi perlu pula dimiliki oleh seorang lulusan ilmu dan teknologi pangan yang kompetitif di era IR 4.0, yaitu (1) Literasi data yang merupakan kemampuan membaca, menganalisis, dan menggunakan *big data* di dunia digital; (2) Literasi teknologi, yaitu mengetahui dan memahami

cara kerja mesin dan penerapan teknologi, dan (3) Literasi manusia, desain, dan komunikasi yang dibutuhkan agar memiliki keterampilan dalam kepemimpinan (*leadership*) dan kerja tim (*teamwork*).

Ada lima tantangan khusus dalam IR 4.0 yang harus diperhatikan oleh lulusan teknologi pangan agar mampu bersaing. **Pertama** adalah tantangan sosial, di antaranya peningkatan kerja secara nyata, seperti keterampilan media dan fleksibilitas waktu, keterampilan teknologi, dan memahami keamanan teknologi. Selain adanya perubahan nilai sosial dan demografi, maka diperlukan kemampuan mentransfer pengetahuan, keterampilan memimpin, penerimaan perputaran tugas kerja dan perubahan pekerjaan yang terkait, serta fleksibilitas waktu dan tempat. Dengan adanya pertumbuhan kompleksitas proses, maka diperlukan keterampilan teknis, motivasi belajar, pemahaman proses, pengambilan keputusan, penyelesaian masalah, toleransi sifat, dan keterampilan analisis.

Tantangan **kedua** adalah tantangan ekonomi, di antaranya meningkatnya kebutuhan pemasukan, yang memerlukan keterampilan penelitian, keterampilan teknis, pemecahan masalah, pemahaman proses, kreativitas, pemikiran wirausaha, pengetahuan terbaru dan bekerja di bawah tekanan. Terdapat juga globalisasi yang terus berlanjut, yang memerlukan pemahaman proses, kemampuan berbahasa, bakat antar budaya, keterampilan jaringan dan fleksibilitas waktu. Selain itu, tumbuh kebutuhan untuk bekerja sama, meliputi berkompromi, kerja sama dalam tim, kemampuan komunikasi dan keterampilan jaringan. Dari aspek lain, maka ada permintaan layanan yang lebih baik, meliputi pemecahan masalah, kemampuan komunikasi, keterampilan berjejaring, dan kemampuan berkompromi.

Tantangan **ketiga** adalah tantangan teknis, di antaranya menumbuhkan penggabungan kerja, seperti pemahaman keamanan teknologi, kemampuan komunikasi yang nyata, keterampilan media, mampu bekerja dalam tim, dan kemampuan untuk bersikap kerjasama. Tantangan **keempat** adalah tantangan lingkungan, yaitu kelangkaan sumber daya dan perubahan iklim. Aspek ini meliputi kreativitas dalam mengembangkan solusi baru dan pola fikir yang berkelanjutan serta motivasi menjaga lingkungan. Saat ini banyak perusahaan besar yang memiliki *Sustainability Division* yang semakin diperlukan. Hal

ini untuk mengantisipasi perubahan yang cepat agar bisnisnya tidak cepat ditelan perubahan. Keberlanjutan atau *sustainability* tidak hanya menyangkut sumber daya alam untuk bahan baku produksi, melainkan juga model bisnis. Tantangan **kelima** adalah tantangan aturan dan politik, yaitu keamanan data dan privasi, yang memerlukan sikap kepatuhan. Pemahaman keamanan teknologi meliputi keterampilan teknis, pemahaman proses, dan keterampilan pengkodean (Yahya 2018).

Selain lima tantangan tersebut, lulusan teknologi pangan juga harus dapat mencermati sejumlah tantangan lain, seperti (1) hilangnya pekerjaan tertentu karena otomatisasi bidang ilmu pendidikan, (2) tuntutan keterampilan yang tinggi, (3) kestabilan dan kehandalan mesin produksi, (4) ketidakrekaan untuk berubah oleh para pemangku kepentingan, dan (5) keamanan teknologi informasi.

Tantangan yang dihadapi oleh lulusan teknologi pangan di era IR 4.0 juga memunculkan peluang baru bagi lulusan teknologi pangan, di antaranya adalah: (1) mengembangkan bisnis pangan yang baru dengan meningkatnya kepedulian masyarakat terhadap konsumsi yang lebih beragam dan sehat (pangan fungsional); (2) memanfaatkan teknologi digital dalam mengembangkan bisnis distribusi dan pemasaran pangan secara online (*e-commerce*) dengan jangkauan yang lebih luas dan efisien; dan (3) tumbuhnya peluang bisnis pangan yang baru untuk memenuhi kelompok konsumen dari generasi milenial.

Dengan peluang dan tantangan sebagaimana dijelaskan di atas, maka program pendidikan ilmu dan teknologi pangan harus mampu menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi inti (*core competence*) yang mumpuni, dan dilengkapi dengan kompetensi dan *skilled set* lain yang diperlukan pada era IR 4.0. Program pendidikan harus mampu membentuk pribadi yang berkarakter sebagai pembelajar unggul dan lincah (*powerful agile learner*) yang adaptif terhadap perubahan yang cepat. Peran serta industri pangan dan bidang kerja lain yang relevan dalam proses pendidikan sangat penting agar mahasiswa memperoleh pengalaman belajar (*learning experience*) dan dapat mengeksplorasi pengetahuan dan keterampilan yang tidak diperoleh di bangku kuliah.

## 10.8 Ringkasan

1. Perubahan di muka bumi ini selalu terjadi dari waktu ke waktu dan cenderung mengalami percepatan. Roda inovasi semakin cepat berputar dan membawa umat manusia kepada era *volatility, uncertainty, complexity*, dan *ambiguity* (VUCA).
2. Di bidang industri, tonggak-tonggak perubahan itu ditandai dengan IR 1.0 (abad ke 18), IR 2.0 (Abad ke 20), IR (tahun 1960-an) dan IR 4.0 (tahun 2000-an). Industri pangan menghadapi banya tantangan di era IR 4.0, di antaranya bagaimana berkontribusi dalam menyediakan pangan bagi delapan miliar orang pada tahun 2030. Dalam menghadapi era IR 4.0, industri pangan memerlukan kesiapan teknologi digital, ketersediaan sumber daya listrik yang mencukupi, murah, dan *ajeg*, serta ketersediaan infrastruktur jaringan internet dengan *bandwidth* yang besar dan jangkauan luas. Untuk mendukung hal tersebut, maka diperlukan ketersediaan pusat data dengan kapasitas penyimpanan yang cukup banyak, aman dan terjangkau, infrastruktur logistik modern, serta regulasi dan kebijakan yang mendukung kebutuhan industri.
3. Dalam menghadapi tantangan di era IR 4.0, lulusan teknologi pangan harus memiliki kemampuan 4C, yaitu *critical thinking* (berfikir kritis), *creativity* (kreativitas), *communications* (komunikasi), dan *collaboration* (berkolaborasi). Peluang dan tantangan di era IR 4.0 harus diantisipasi dalam proses pendidikan untuk menghasilkan lulusan teknologi pangan yang memiliki daya saing yang tinggi di dunia kerja.
4. Lulusan teknologi pangan memiliki peluang baru di era IR 4.0, di antaranya: (1) mengembangkan bisnis pangan yang baru dengan meningkatnya kepedulian masyarakat terhadap konsumsi yang lebih beragam dan sehat (pangan fungsional); (2) memanfaatkan teknologi digital dalam mengembangkan bisnis distribusi dan pemasaran pangan secara *online* (*e-commerce*) dengan jangkauan yang lebih luas dan efisien; dan (3) tumbuhnya peluang bisnis pangan yang baru untuk memenuhi kelompok konsumen dari generasi milenial.

## 10.9 Pustaka

- Alcock JP. 2006. *Food in the Ancient World*. Greenwood Press. Westport. United States of America.
- Chu LC, Lee C L, Huang KC, Lin J. 2013. How personality traits mediate the relationship between flow experience and job performance. *The Journal of International Management Studies*, 8(1), 33-46.
- Damond J. 2016. *Guns, Germs & Steel, Rangkuman Riwayat Masyarakat Manusia. Kepustakaan Populer*. Penerbit Gramedia. Jakarta. Indonesia.
- Delors J. 1996. *“Learning”: The Treasure Within, Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-First Century*. Paris: UNESCO Publishing.
- Deny S. 2018. *Tiga Tantangan Pekerja Era Revolusi Industri. Kemenristekdikti*.
- Freedman P. 2007. *Food – The History of Taste*. University of California Press.
- Freidman TL. 2018. *Thank you for being late, Membangun Optimisme Untuk Melangkah Maju di Era Akselerasi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Indonesia.
- Harari YN. 2017. *Sapiens, Riwayat Singkat Umat Manusia*. Kepustakaan Populer Gramedia. Jakarta. Indonesia.
- Hariyadi P. 2018. *Food Science Research*. <http://phariyadi.staff.ipb.ac.id/files/2018/02/Kuliah-02-ITP500-2018-Food-Science-Research-latest-handouts1.pdf>.
- Kagermann H, Wahlster W, Helbig J. 2013. *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industry 4.0*. Industry 4.0 Working Group, Germany.
- Liffler M, Tschiesner A. 2013. *The Internet of Things and the Future of Manufacturing*. McKinsey & Company.

- Merkel A. 2014. Speech by Federal Chancellor Angela Merkel to the OECD Conference. [https://www.bundesregierung.de/Content/EN/Reden/2014/2014-02-19-oecd\\_merkel-paris\\_en.html](https://www.bundesregierung.de/Content/EN/Reden/2014/2014-02-19-oecd_merkel-paris_en.html), Diakses pada 11 Maret 2017.
- Wrangham R. 2009. *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*. Basic Books. UK.

## Latihan

**Petunjuk:** Untuk memahami materi pada Bab 10 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Ciri dari IR 1.0 adalah:
  - a. Listrik dan ban berjalan
  - b. Mekanik
  - c. Komputer dan robot
  - d. Kecerdasan buatan
2. Di samping kompetensi inti, literasi lain yang perlu dimiliki oleh seorang lulusan ilmu dan teknologi pangan di era IR 4.0:
  - a. Kemampuan membaca, menganalisis, dan menggunakan *big data*
  - b. Mengetahui dan memahami cara kerja mesin dan penerapan teknologi
  - c. Keterampilan dalam kepemimpinan (*leadership*) dan kerja tim (*teamwork*)
  - d. Semua tersebut di atas
3. Tantangan industri pangan di era IR 4.0:
  - a. Tidak ada tantangan perubahan yang berarti
  - b. Menyediakan pangan yang aman, bermutu dan memiliki fungsional kesehatan
  - c. Proses produksi yang mengandalkan keterampilan manusia
  - d. Perlu sumberdaya manusia yang hanya menguasai kompetensi inti teknologi pangan

4. Kemampuan seorang lulusan teknologi pangan dalam mengolah dan menyimpulkan suatu informasi dan *big data* merupakan salah satu contoh kemampuan 4C berikut:
  - a. Kreativitas (*creativity*)
  - b. Berfikir kritis (*critical thinking*)
  - c. Komunikasi (*communications*)
  - d. Kerjasama (*collaboration*)
5. Kelangkaan sumber daya dan perubahan iklim merupakan tantangan yang terkait dengan:
  - a. Tantangan sosial
  - b. Tantangan teknis
  - c. Tantangan lingkungan
  - d. Tantangan aturan dan politik
6. Berikut bidang prioritas program “*Making Indonesia 4.0*” yang diluncurkan pemerintah Indonesia:
  - a. Pangan
  - b. Tekstil dan garmen
  - c. Otomotif, elektronika dan kimia
  - d. Semua tersebut di atas
7. Ditemukannya mesin uap merupakan awal dari era
  - a. IR 1.0
  - b. IR 2.0
  - c. IR 3.0
  - d. IR 4.0

8. Berikut di antara masalah yang dihadapi sektor produksi pangan di hulu:
  - a. Menyempitnya lahan produktif
  - b. Krisis air dan energi
  - c. Perubahan iklim global
  - d. Semua yang tersebut di atas
9. Berikut ini yang termasuk kelompok aspek mutu pangan yang menjadi kebutuhan konsumen di era IR 4.0, kecuali:
  - a. Rasa
  - b. Fungsionalitas kesehatan
  - c. Kehalalan
  - d. Nilai gizi
10. Berikut tren industri pangan di era IR 4.0, kecuali:
  - a. Penggunaan energi dan air yang lebih efisien
  - b. Meminimalkan kehilangan bahan pangan (*food waste and food loss*)
  - c. Padat karya padat karya (memerlukan sumber daya manusia yang banyak)
  - d. Distribusi yang lebih cepat dan murah

## Tugas Mandiri (*Challenge Questions*)

1. Jelaskan ciri-ciri industri pangan di era IR 4.0! Bidang ilmu dan keterampilan apa yang dibutuhkan oleh lulusan teknologi pangan di era 4.0 tersebut, baik yang terkait dengan keilmuan inti (*core competence*) maupun bidang lainnya yang mendukung.
2. Identifikasi pekerjaan saat ini yang terkait dengan bidang pangan yang potensi hilang dan pekerjaan baru yang berpeluang muncul pada era IR 4.0.
3. Apabila Anda akan mengembangkan suatu bisnis pangan baru dengan memanfaatkan teknologi digital, identifikasi ilmu dan keterampilan apa yang diperlukan untuk dapat mewujudkannya.

# INDEKS

6	3-MCPD (3-monokloropropanadiol)	4	Atribut sensori
4	A – not A test	4	<i>Attribute difference test</i>
3	ABA ( <i>American Boxboard Association</i> )	2	<i>Bacon</i>
8	Abstrak	5	Bahan tambahan pangan
6	ADR (Analisis dampak regulasi)	5,6	Bahaya
6	Aflatoksin	2	BAL (Bakteri Asam Laktat)
10	<i>Agile learner</i>	6	Batas maksimal
6	Air mineral	9	BBE ( <i>Broad Based Education</i> )
6	AKG (Angka Kecukupan Gizi)	7	Bias
6	ALG (Acuan Label Gizi)	1	Biskuit
3	Aluminium foil	6	BMR (Batas maksimal residu)
6	Analisis biaya-manfaat	6	BPJPH (Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal)
7	Analisis data	6	BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan)
4	Analisis risiko	2	Bromelain
4	Anatomi kulit	6	BSN (Badan Standarisasi Nasional)
6	Anatomi telinga	2	<i>Burger</i>
6	Antibuih	6	CAC ( <i>Codex Alimentarius Commission</i> )
6	Antikempal	6	Cadangan Pangan Pemerintah
6	Antioksidan	6	Cadmium (Cd)
6	Arsenik (As)	2	Calpis
8	Artikel	3	CAS ( <i>Controlled Atmosphere Storage</i> )
4	Asam	4	CATA ( <i>check-all-that-apply</i> )
4	Asin	6	CCAFRICA ( <i>FAO/WHO Coordinating Committee for Africa</i> )
3	ASLT ( <i>Accelerated Shelf Life Test</i> )		
3	ASTM ( <i>American Society for Testing Materials</i> )		

6	CCASIA ( <i>FAO/WHO Coordinating Committee for Asia</i> )	6	CCNE ( <i>FAO/WHO Coordinating Committee for Near East</i> )
6	CCCF ( <i>Codex Committee on Contaminants in Foods</i> )	6	CCNFSDU ( <i>Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses</i> )
6	CCCPL ( <i>Codex Committee on Cereals, Pulses and Legumes</i> )	6	CCPFV ( <i>Codex Committee on Processed Fruits and Vegetables</i> )
6	CCEURO ( <i>FAO/WHO Coordinating Committee for Europe</i> )	6	CCPR ( <i>Codex Committee on Pesticide Residues</i> )
6	CCFA ( <i>Codex Committee on Food Additives</i> )	6	CCRVDF ( <i>Codex Committee on Residues of Veterinary Drugs in Foods</i> )
6	CCFFV ( <i>Codex Committee on Fresh Fruits and Vegetables</i> )	6	CCSCH ( <i>Codex Committee on Spices and Culinary Herbs</i> )
6	CCFH ( <i>Codex Committee on Food Hygiene</i> )	6	Cemaran kimia
6	CCFICS ( <i>Codex Committee on Food Import and Export Inspection and Certification Systems</i> )	6	Cemaran mikrobiologi
6	CCFL ( <i>Codex Committee on Food Labelling</i> )	6	Cerol
6	CCFO ( <i>Codex Committee on Fats and Oils</i> )	6	<i>Codex Contact Point</i>
6	CCGP ( <i>Codex Committee on General Principles</i> )	6	Codex Indonesia
6	CCLAC ( <i>FAO/WHO Coordinating Committee for Latin America and the Caribbean</i> )	6	<i>Codex Standard</i>
6	CCMAS ( <i>Codex Committee on Methods of Analysis and Sampling</i> )	8	COPE ( <i>Committee on Publication Ethics</i> )
6	CCNASWP ( <i>FAO/WHO Coordinating Committee for North America and South West Pacific</i> )	8	<i>Corresponding author</i>
		5	Covid-19
		2	Dadiah
		8	Daftar pustaka
		2	Daging asap
		2	Daging fermentasi
		7	Data
		7	Data diskrit
		7	Data kontinu
		7	Data kualitatif

7	Data nominal	8	Etika normatif
7	Data non-numerik	8	Etika profesi
7	Data numerik	1	Evaporasi
7	Data proporsi	3	EVOH (Etilena vinil alkohol)
3	DEHA (di- (2-ethylhexyl) adipate)	5,6	FAO ( <i>Food and Agricultural Organization</i> )
7	Desil	4	FCP ( <i>Free choice profiling</i> )
4	<i>Difference from control test</i>	5	FCRA ( <i>Food Crime Risk Assesmen</i> )
6	Dioksin	4	FGD ( <i>Focus Group Discussion</i> )
8	Disertasi	5	FIFO ( <i>First In First Out</i> )
7	Distribusi binomial	4	<i>Flash profile method</i>
7	Distribusi hipergeometrik	5	<i>Food defence</i>
7	Distribusi multinomial	4	<i>Food fraud</i>
7	Distribusi normal	5	<i>Food loss</i>
6	Distribusi pangan	10	<i>Food waste</i>
7	Distribusi peluang	6	Formalin
7	DMRT ( <i>Duncan's multiple range tes</i> )	6	Formula bayi
8	DOAJ ( <i>Directory of Open Access Journals</i> )	3	FPA ( <i>Flexible packaging Association</i> )
2	<i>Drink yoghurt</i>	2	FPC ( <i>Fermentation produced chymosin</i> )
4	<i>Duo-trio test</i>	5	FSMA ( <i>Food Safety Modern Act</i> )
3	<i>Edible film</i>	6	Fumonisin
3	EMC ( <i>equilibrium moisture content</i> )	7	Fungsi densitas peluang
6	Energi total	7	Fungsi distribusi kumulatif
2	Es krim	6	Garam konsumsi
3	ESL ( <i>extended shelf life</i> )	3	Gas inert
3	ESS ( <i>extended storage studies</i> )	1	Globula
7	Estimasi	5	GMP ( <i>Good Manufacturing Practices</i> )
7	Estimasi interval	4	GPA ( <i>Generalized Procrustes Analysis</i> )
7	Estimasi titik		
8	Etika deskriptif		
8	Etika kepengarangan		

6	GRP ( <i>Good Regulatory Practices</i> )	6	Iradiasi Pangan
1	Gula pasir	6	ISO 22000
6	Kristal rafinasi	5	ISO 9000
5	HACCP ( <i>Hazard Analysis Critical Control Points</i> )	4	ISO 9001
2	<i>Ham</i>	6	Izin edar
3	Hama gudang	5	Jaminan keamanan pangan
6	HAS ( <i>Halal Assurance System</i> )	5	Jaminan mutu pangan
3	HDPE ( <i>High Density Polyethylene</i> )	5	Jaminan produk halal
7	Hipotesis alternatif	7	Jangkauan (rentang)
7	Hipotesis nol	6	JECFA ( <i>The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives</i> )
7	Histogram peluang	6	JEMNU ( <i>The Joint FAO/WHO Expert Meetings on Nutrition</i> )
1	Homogenisasi	6	JEMRA ( <i>The Joint FAO/WHO Expert Meeting on Microbiological Risk Assessment</i> )
9	HRD ( <i>Human Research And Development</i> )	7	Jenis data
2	HTST ( <i>High Temperature Short Time</i> )	4	Jernih
6	Iklan pangan	6	JMPR ( <i>The Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues</i> )
4	Ilmu sensori	8	Jurnal
6	Impor pangan	8	Jurnal predator
6	ING (Informasi nilai gizi)	2	Kadar air kritis
4	Ingridien	2	Kadar kesetimbangan
2	Inokulasi	6	Kaji ulang manajemen
6	Instruksi Menteri	6	Kajian risiko ( <i>risk assessment</i> )
6	Internal audit	6	Kakao Bubuk
7	Interval kepercayaan	6	KAN (Komite Akreditasi Nasional)
10	IoT ( <i>Interest of Thing</i> )	2	Kappa-kasein
3	IPM ( <i>Integrated Pest Management</i> )	4	Karakter auditori
6	IPPC ( <i>International Plant Protection Convention</i> )	4	Karakter <i>flavor</i>
10	IR 4.0 (Revolusi Industri 4.0)		

4	Karakter visual	3	Kemasan film
8	Karya ilmiah	3	Kemasan gelas
6	Kategori pangan	3	Kemasan kaleng
6	Kebijakan halal	3	Kemasan karton
10	Kecakapan 4C	3	Kemasan kertas
9	Kecakapan akademik	3	Kemasan pangan
9	Kecakapan bekerja sama	3	Kemasan pelat timah
9	Kecakapan berfikir	3	Kemasan plastik
9	Kecakapan berkomunikasi	3	Kemasan primer
9	Kecakapan hidup	3	Kemasan sekunder
9	Kecakapan personal	3	Kemasan tersier
9	Kecakapan sosial	3	Kemasan tradisional
9	Kecakapan vokasional	5	Kerenyahan
10	Kecerdasan buatan	8	Kertas kerja
9	Kecerdasan emosional	7	Kesalahan percobaan
9	Kecerdasan intelektual	5	Kesehatan
9	Kecerdasan spiritual	6	Ketahanan pangan
2	Kefir	6	Keterjangkauan pangan
2	Keju	6	Ketersediaan pangan
2	Keju keras	6	Ketertelusuran
2	Keju lunak	6	KKH PRG (Komisi Keamanan Hayati PRG)
2	Keju semi-keras		
5	Kekentalan	6	Klaim fungsi lain
5	Kekerasan	6	Klaim fungsi zat gizi
4	Kekeruhan	6	Klaim kandungan zat gizi
3	Kelembapan relatif (RH)	6	Klaim kesehatan
6	Kelembagaan pangan	6	Klaim pangan
6	Kelompok Kerja Codex Indonesia	6	Klaim penurunan risiko penyakit
9	Kemampuan kerja	6	Klaim perbandingan zat gizi
9	Kemampuan manajerial	9	Kode etik
3	Kemasan aktif	6	Kode praktik
3	Kemasan aseptis	7	Koefisien keragaman
3	Kemasan cerdas	8	<i>Koliform</i>

8	Komunikasikan	6	Lemak total
8	Komunikasi lisan	4	Lengket
9	Komunikasi non-verbal	4	Lensa mata'
6	Komunikasi risiko	5,6	Logam berat
8	Komunikasi tulisan	6	LPH (Lembaga pemeriksa halal)
9	Komunikasi verbal	6	LPK (Lembaga Penilai Kesesuaian)
8	Komunikator	6	LPNK (Lembaga Pemerintah Non Kementerian)
6	Konsentrat buah	6	LPPOM (Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-Obatan, Kosmetika Majelis Ulama Indonesia)
4	Konsep produk	6	LS Pro (Lembaga Sertifikasi Profesi)
4,5	Konsumen	6	LSSM (Lembaga Sertifikasi Sistem Manajemen Mutu)
6	Konsumsi pangan dan gizi	2	LTLT ( <i>low temperature long time</i> )
1,2	Kontaminasi	4	Lunak
6	Kopi Instan	8	Makalah
2	Kornet	10	Making Indonesia 4.0
2	Koumiss	6	Manajemen risiko
2	Krim susu	4	Manis
6	Krisis Pangan	8	Manuskrip
7	Kuartil	3	MAP ( <i>Modified Atmosphere Packaging</i> )
2	Kultur induk	3	MAS ( <i>Modified Atmosphere Storage</i> )
2	Kultur master	3	Masa kedaluwarsa
2	Kultur starter	6	MC ( <i>Mirror Committee</i> )
2	<i>L. acidophilus</i>	7	Median
2	<i>L. reuteri</i>	2	Mentega
3	Label pangan	6	Merkuri (Hg)
4	Laboratorium sensori		
2	<i>Lactobacillus</i> (L.) <i>casei</i>		
2	<i>Lactose intolerance</i>		
2	Laktoperoksidase		
8	Laporan		
6	LCU (Label Contoh Uji)		
3	LDPE ( <i>low density polyethylene</i> )		
6	Legislasi pangan		
2	Lemak susu		

3	Metode ASLT	4	Panelis terlatih
8	Metode penelitian	4	Panelis tidak terlatih
4	MFA ( <i>Multiple Factor Analysis</i> )	All	Pangan
6	Minyak goreng sawit	6	Pangan Industri Rumah Tangga
2	Mioglobin	6	Pangan olahan
3	Model Arrhenius	6	Pangan olahan organik
3	Model ISA	6	Pangan olahan tertentu
7	Model probabilitas	6	Pangan segar
7	Modus	6	Pangan siap saji
2	Mozarella	6	Pangan tercemar
6	MRA ( <i>Mutual Recognition Arrangement</i> )	2	Papain
6	MUI (Majelis Ulama Indonesia)	6	Paparan
2,5	Nilai Fo		Pasca panen
7	Nilai letak	1	Pati resisten
2	Nitrat	6	Patulin
2	Nitrit	3	PC (poli karbonat)
6	Nomor registrasi	4	PCA ( <i>Principal Component Analysis</i> )
3	NSTC ( <i>National Safe Transit Committee</i> )	3	PE (poli etilen)
2	<i>Off-Flavor</i>	4	Pedas
6	OIE ( <i>Office International des Epizooties</i> )	6	Pelaku usaha
6	Okratoksin A	7	Peluang
8	ORI ( <i>United States Office of Research Integrity</i> )	2	Pemanasan langsung
4	<i>Overall difference test</i>	2	Pemanasan tidak langsung
2	<i>Overrun</i>	2	Pembekuan
6	PAH (polisiklik aromatik hidrokarbon)	3	PEN (polietilen naptalat)
4	Pahit	2	Pendinginan
4	Panelis	8	Penelitian deskriptif
4	Panelis semi-terlatih	8	Penelitian eksperimental
		8	Penelitian eksploratif
		3	Penelitian komparatif
		6	Penganekaragaman pangan
		2	Pengasapan

6	Pengawasan	3	Poliolefin
3	Pengemasan pangan	3	Polipropilen
3	Pengemasan vakum	3	Polistirene
5	Pengembang	3	PP (Poli Propilen)
1,6	Pengemulsi	8	Presentasi ilmiah
5	Pengendalian mutu pangan	6	PRG (Produk Rekayasa Genetik)
1,2,6	Pengental	6	Prinsip ilmiah
9	Pengetahuan khusus	1	Probiotik
3	Penggudangan	6	Produk rekayasa genetik
1	Pengolahan pangan	8,9	Profesional
6	Peningkat volume	8,9	Profesionalisme
1,2	Penstabil	4	<i>Projective mapping/napping</i>
8	Penulisan angka	6	Prosedur aktivitas kritis
3	Penyimpanan pangan	2	Proses aseptis
7	Perancangan percobaan	4	Prototipe
6	Peraturan Menteri	6	PSK (Pangan Steril Komersial)
6	Peraturan pangan	3	PVC (poli vinil khlorida)
6	Peraturan pemerintah	3	PvDC (Polivinilidena klorida)
1,6	Perisa	4	QDA ( <i>Quantitative Descriptive Analysis</i> )
6	PerBPOM (Peraturan BPOM)	4	R&D ( <i>Research And Development</i> )
6	Perlakuan tepung	7	Rancangan acak kelompok
6	Perlindungan konsumen	7	Rancangan acak lengkap
3	Permeabilitas kemasan	7	Rancangan faktorial
3	Persamaan Arrhenius	4	<i>Ranking test</i>
7	Persentil	7	Rata-rata
6	Pestisida	2	Refrigeran
3	PET (poli etilen tereftalat)	2	Renin
6	Pewarna	4	Retina
8	Plagiasi	10	Revolusi industri 4.0
3	Poliamida		
3	Poliester		
3	Polietilen		
3	Polikarbonat		

6	RIA ( <i>Regulatory Impact Analysis</i> )	5	SMKP (Sistem Manajemen Keamanan Pangan)
9	Riset pasar	6	SNI (Standar Nasional Indonesia)
6	Risiko	2	Sosis
2	<i>Roller dryer</i>	4	<i>Spectrum method</i>
5	RPH (rumah potong hewan)	6	SPPT (Surat Persetujuan Pemberian Tanda)
7	RSD ( <i>Relative Standard Deviation</i> )	6	SPS ( <i>Sanitary and Phytosanitary Measures</i> )
7	RSM ( <i>Response Surface Methodology</i> )	5	SQC ( <i>Statistic quality control</i> )
7	Ruang sampel	6	Standar kemasan pangan
6	Sanitasi pangan	6	Standar pangan
2	Sanyuu	7	Statistika
4	Saraf trigeminal	7	Statistika deskriptif
5,6	Sarana produksi	7	Statistika inferensial
5	Sarden dan mackarel dalam kemasan kaleng	2	<i>Stired yoghurt</i>
5	Sari buah	2	STPP (sodium tripolifosfat)
7	Satuan dasar	2	<i>Streptococcus thermophilus</i>
4	<i>Scoring test</i>	1,3,6	Sulfit
4	Sel epitelium olfaktori	2	Susu bubuk
4	Sensasi kimia	2	Susu asidofilus
4	Sensoris kinestetik	2	Susu bubuk
4	Senyawa volatil	2	Susu kental
6	Sertifikasi halal	2	Susu pasteurisasi
6	Sertifikasi	2	Susu segar
2	<i>Set yogurt</i>	2	Susu UHT
8	SI (sistem internasional)	5	TACCP ( <i>Threats Analysis Critical Control Point</i> )
7	Simpangan baku	6	Takaran saji
4	<i>Simple difference test</i>	3	TAPPI ( <i>Technical Association of the Pulp and Paper Industries</i> )
4	Sistem gustatori	6	TBT ( <i>Technical Barrier to Trade</i> )
6	Sistem informasi pangan		
6	SJH (Sistem Jaminan Halal)		
8	Skripsi		

3	Tekanan uap air murni	4	Uji deskriptif
3	Tekanan udara	4	Uji hedonik
8	Teknik sitasi	7	Uji hipotesis
3,4	Tekstur	4	Uji perbedaan
2	Telur asin	4	Uji penerimaan
2	Termisasi	4	Uji pilihan kesukaan
8	Tesis	2	Uji posfatase
4	<i>Tetrad test</i>	7	Ukuran nilai pusat
3	TFST ( <i>Institute of Food Science and Technology</i> )	7	Ukuran simpangan
6	Tim manajemen halal	4	Umami
3,6	Timbal (Pb)	5,6	UMKM (Usaha mikro kecil dan menengah)
6	Tingkat bahaya	3	Umur simpan
8	Tinjauan pustaka	6	Undang-undang
2	Titik isoelektrik	5	VACCP ( <i>Vulnerability Assessment and Critical Control Point</i> )
2	TPC ( <i>Total Plate Count</i> )	7	Variabel acak
5	TQC ( <i>Total Quality Control</i> )	7	Variabel bebas
5	TQM ( <i>Total Quality Management</i> )	7	Variabel terikat
4	<i>Triangle test</i>	7	Variabilitas
2	Tsege	7	Varians
6	Tuna dalam kemasan kaleng	10	VUCA ( <i>volatility, uncertainty, complexity, ambiguity</i> )
4	<i>Two-out-of-five test</i>	4	Warna
2	UHT ( <i>Ultra High Temperature</i> )	6	WHO ( <i>World Health Organization</i> )
7	Uji normalitas	6	WTO ( <i>World Trade Organization</i> )
4	Uji afektif	2	Yoghurt
7	Uji BNJ (Beda Nyata Jujur)		
7	Uji BNT (Beda nyata terkecil)		

# KONTRIBUTOR

***Abdullah Muzi Marpaung, Dr. (Bab 7, 10).*** Program Studi Teknologi Pangan, Faculty of Life Sciences and Technology, Swiss German University; Sarjana (Pengolahan Hasil Pertanian, UGM), Magister (Teknologi Pangan, IPB), Doktor (Ilmu Pangan, IPB); [abdullah.muzi@sgu.ac.id](mailto:abdullah.muzi@sgu.ac.id).

***Adhi Siswaya Lukman, Ir. (Bab 10)*** Gabungan Pengusaha Makanan dan Minuman Indonesia; Sarjana (Teknologi Pangan, IPB); [adhislukman@gmail.com](mailto:adhislukman@gmail.com).

***Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, Dr. (Bab 2).*** Program Studi Teknologi Pangan, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro; Sarjana (Fakultas Peternakan, UGM); Magister (Ilmu-ilmu Pertanian, Sekolah Pasca Sarjana, UGM); Doktor (Food Science, United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime University, Japan); [albari@live.undip.ac.id](mailto:albari@live.undip.ac.id).

***Anang M. Legowo, Prof Dr. (Bab 2).*** Divisi/Program Studi Teknologi Pangan, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro; Sarjana (Pengolahan Hasil Pertanian, FTP UGM); Magister (Food Science and Technology, Kagawa University, Japan); Doktor (Food Science, United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime University, Japan); [anangmohlegowo@lecturer.undip.ac.id](mailto:anangmohlegowo@lecturer.undip.ac.id).

***Antonius Hintono, Dr. (Bab 2).*** Program Studi Teknologi Pangan, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro; Sarjana (Peternakan, Fakultas Peternakan, Undip); Magister (Ilmu dan Teknologi Pangan, UGM); Doktor (Ilmu Pangan, UGM); [antoniushintono@lecturer.undip.ac.id](mailto:antoniushintono@lecturer.undip.ac.id).

**Dede Robiatul Adawiyah, Dr. (Bab 4).** Divisi Rekayasa Proses Pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB University); Sarjana (Teknologi Pangan IPB), Magister (Ilmu Pangan, IPB), Doktor (Ilmu Pangan, IPB); dede\_adawiyah@apps.ipb.ac.id.

**Dwi Larasatie Nur Fibri, Dr. (Bab 4).** Laboratorium Pangan dan Gizi, Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada; Sarjana (Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, UGM), Magister (European Consortium of KaHo Sint-Lieven, Belgia, Universidad Chatolica Portuguesa, Portugis, Anhalt University of Applied Science, Jerman), Doktor (University of Copenhagen, Denmark); dwifibri@ugm.ac.id.

**Elisa Julianti, Prof Dr. (Bab 3).** Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara; Sarjana (Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Sumatera Utara), Magister (Teknologi Pascapanen, IPB), Doktor (Ilmu Pangan, IPB); elisa1@usu.ac.id.

**Elvira Syamsir, Dr. (Bab 1).** Divisi Rekayasa Proses Pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB University); Sarjana (Teknologi Pangan IPB), Magister (Ilmu Pangan, IPB), Doktor (Ilmu Pangan, IPB); elvira\_itp@apps.ipb.ac.id.

**Erika L.R Pardede, Dr. (Bab 1).** Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas HKBP Nommensen; Sarjana (Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Sumatera Utara), Magister (Ilmu Pangan, The University of New South Wales, Australia), Doktor (Georg August Universitaet zu Goettingen, Jerman); erikapardede@uhn.ac.id.

**Giyatmi, Prof Dr. (Bab 9).** Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Kesehatan, Universitas Sahid; Sarjana (Teknologi Pangan, IPB), Magister (Ilmu Pangan, IPB), Doktor (Ilmu Pangan, IPB); giyatmi@usahid.ac.id.

**Meta Mahendradatta, Prof Dr. (Bab 5).** Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin; Sarjana (Pengolahan Hasil Pertanian, UGM), Doktor (Analytische Chemie, Technische Universitaet Clausthal, Jerman); meta-mahendradatta@unhas.ac.id.

***Nugraha E Suyatma, Dr. (Bab 3).*** Divisi Rekayasa Proses Pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB University); Sarjana (Teknologi Pangan, IPB), Magister (Physichimie des Bioproducts, INAP-G, Perancis); Doktor (Chimie Des Materiaux, Université de Reims, Perancis); nugraha.edhi@apps.ipb.ac.id.

***Nurheni Sri Palupi, Dr. (Bab 8).*** Divisi Biokimia Pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB University); Sarjana (Pengolahan Hasil Pertanian, UGM), Magister (Ilmu Pangan, IPB), Doktor (Biokimia Pangan dan Kesehatan, University of Henri Poincare-Nancy 1, French); hnpalupi@apps.ipb.ac.id.

***Purwiyatno Hariyadi, Prof Dr. (Bab 6).*** Divisi Rekayasa Proses Pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB University); Sarjana (Teknologi Pangan, IPB), Magister (Food Science, University of Wisconsin-Madison, WI, AS), Doktor (Food Science/Chemical Engineering, University of Wisconsin-Madison, WI, AS); phariyadi@apps.ipb.ac.id., <http://phariyadi.staff.ipb.ac.id/>.

***Rindit Pambayun, Prof Dr (alm). (Bab 9).*** Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya; Sarjana (Pengolahan Hasil Pertanian, UGM), Magister (Ilmu Pangan, UGM); Doktor (Ilmu Pangan, UGM).

***Sri Mulyani, Dr. (Bab 2).*** Program Studi Teknologi Pangan, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro; Sarjana (Peternakan, Fakultas Peternakan UNSOED); Magister (Teknologi Hasil Ternak, UGM); Doktor (Ilmu Pangan, UGM); srimulyani@lecturer.undip.ac.id.

***Sri Raharjo, Prof Dr. (Bab 6).*** Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada; Sarjana (Pengolahan Hasil Pertanian, UGM), Magister (Food Science and Human Nutrition, Colorado State University, AS); Doktor (Food Science and Human Nutrition, Colorado State University, AS); sraharjo@ugm.ac.id.

***Teti Estiasih, Prof Dr. (Bab 2).*** Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya; Sarjana (Teknologi Pangan dan Gizi, IPB), Magister (Ilmu dan Teknologi Pangan, UGM), Doktor (Teknologi Pertanian, UGM); teties@ub.ac.id.

***Umi Purwandari, Prof Dr. (Bab 8).*** Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura; Sarjana (Pengolahan Hasil Pertanian, UGM), Magister (Royal Melbourne Institute of Technology University, Australia); Doktor (Victoria University, Australia); umipurwandari@trunojoyo.ac.id.

***Yuli Witono, Prof Dr. (Bab 5).*** Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember; Sarjana (Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember); Magister (Teknologi Hasil Pertanian, UB); Doktor (Ilmu Pangan, UB); yuliwitono.ftp@unej.ac.id.

***Zainal, Dr.rer.nat. (Bab 7).*** Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin; Sarjana (Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Hasanuddin), Magister (Ilmu Pangan, University of Newcastle, Australia); Doktor (Ilmu Pangan, University of Hohenheim, Jerman); zainal@unhas.ac.id.



# Perspektif Global ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN

Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI)

Buku “Perspektif Global Ilmu dan Teknologi Pangan” membahas prinsip ilmu dan teknologi pangan secara komprehensif berdasarkan kompetensi inti yang harus dikuasai oleh mahasiswa yang belajar ilmu dan teknologi pangan atau bidang lain yang relevan. Pembahasan pada setiap bab merupakan penjabaran cakupan kajian di bidang ilmu dan teknologi pangan untuk pendidikan teknologi pangan yang direkomendasikan oleh PATPI dan *Institute of Food Technologists* (IFT). Ilmu-ilmu dasar yang diperlukan serta perkembangan ilmu dan teknologi pangan terkini, termasuk tantangan dan peluangnya di era Revolusi Industri 4.0 juga di bahas.

Buku ditulis oleh para pakar dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia dan praktisi di bidang ilmu dan teknologi pangan yang sesuai dengan bidangnya masing-masing, sehingga kajian yang disajikan merupakan informasi yang kredibel sebagai rujukan bagi mahasiswa, dosen, para praktisi dan masyarakat bidang ilmu dan teknologi pangan.



**PT Penerbit IPB Press**

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: [penerbit.ipbpress@gmail.com](mailto:penerbit.ipbpress@gmail.com)

 Penerbit IPB Press  @IPBpress  ipbpress  [www.ipbpress.com](http://www.ipbpress.com)

Pangan

ISBN : 978-623-256-221-9



9 786232 562219