



**MODUL**  
**MATA KULIAH**  
**TEKNOLOGI PENGOLAHAN PANGAN**  
**KODE MATA KULIAH: MJU.PTN-05**



**PENYUSUN:**

**ARA NUGRAHAYU N., S.TP., M.Si. (NIDN. 0723098908)**  
**DANU INDRA WARDHANA, S.TP., M.P. (NIDN. 0705089203)**  
**QORY ZUNIANA, S.P., M.P. (NIDN. 0715068603)**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**  
**FAKULTAS PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**  
**(AGUSTUS, 2024)**

**MODUL MATA KULIAH**  
**TEKNOLOGI PENGOLAHAN PANGAN**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

**MODUL**

**MATA KULIAH: TEKNOLOGI PENGOLAHAN PANGAN**

**No. Dokumen: 00303 18014**

Status Dokumen	: <input type="checkbox"/> Master	<input type="checkbox"/> Salinan No.
Nomor Revisi	: 00	
Tanggal Terbit	: 14 Agustus 2024	
Jumlah Halaman	: 269	

Dibuat oleh :		Diperiksa oleh :	
Nama	Ara Nugrahayu N., S.TP., M.P.	Nama	Danu Indra Wardhana, S.TP., M.P.
Jabatan	Tim Penyusun	Jabatan	Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian
Tanggal	9 Agustus 2024	Tanggal	12 Agustus 2024

Disetujui oleh :	
Nama	Saptya Prawitasari, S.P., M.P.
Jabatan	Dekan Fakultas Pertanian
Tanggal	14 Agustus 2024





**LEMBAR VALIDASI**

**MODUL**

**MATA KULIAH: TEKNOLOGI PENGOLAHAN PANGAN**

**No. Dokumen: 00303 18014**

Validasi	Penanggung Jawab			Tanggal
	Nama	Jabatan	Tanda Tangan	
Penyusun 1	Ara Nugrahayu Nalawati, S.TP., M.Si.	Ketua Tim Dosen Pengampu		9 Agustus 2024
Penyusun 2	Danu Indra Wardhana, S.TP., M.P.	Dosen Pengampu		9 Agustus 2024
Penyusun 3	Qory Zuniana, S.P, M.P.	Dosen Pengampu		9 Agustus 2024
Pemeriksa 1	Ara Nugrahayu Nalawati, S.TP., M.Si.	Ketua Kelompok Dosen Keahlian		12 Agustus 2024
Persetujuan	Danu Indra Wardhana, S.TP., M.P.	Ketua Program Studi		12 Agustus 2024
Pemeriksa 2	Dr. Haris Hermawan, M.M.	Ketua LP3		13 Agustus 2024
Penetapan	Saptya Prawitasari, S.P., M.P.	Dekan		14 Agustus 2024

**MODUL MATA KULIAH  
TEKNOLOGI PENGOLAHAN PANGAN**

**Oleh:**

**Ara Nugrahayu Nalawati, S.TP., M.Si.**

**Danu Indra Wardhana, S.TP., M.P.**

**Qory Zuniana, S.P., M.P.**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
AGUSTUS 2024**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji hanya milik Allah SWT. Berkat rahmat dan berkah-Nya maka penyusunan Modul Mata Kuliah Teknologi Pengolahan Pangan dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Hal ini tentu dapat terlaksana secara maksimal atas bantuan dari beberapa pihak yang terlibat dalam penyusunan Modul Mata Kuliah tersebut. Oleh karena itu, pada kesempatan ini tim penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Pertanian Unmuh Jember
2. Wakil Dekan Fakultas Pertanian Unmuh Jember
3. Ketua Program Studi di Lingkungan Fakultas Pertanian Unmuh Jember
4. Gugus Penjaminan Mutu dan Unit Penjaminan Mutu di Lingkungan Fakultas Pertanian Unmuh Jember
5. Dosen di Lingkungan Fakultas Pertanian Unmuh Jember
6. Tenaga Kependidikan di Lingkungan Fakultas Pertanian Unmuh Jember

Atas dukungan dari beberapa pihak tersebut diatas baik secara langsung maupun tidak langsung dapat memberikan kontribusi yang sangat membangun bagi tim penyusun sehingga Modul Teknologi Pengolahan Pangan dapat terselesaikan dengan baik.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN COVER .....	i
HALAMAN PERANCIS .....	ii
HALAMAN PERSTUJUAN DEKAN .....	iii
DAFTAR REVISI .....	iv
LEMBAR VALIDASI .....	v
HALAMAN JUDUL UTAMA .....	vi
HALAMAN UCAPAN TERIMAKASIH .....	vii
HALAMAN DAFTAR ISI .....	viii
HALAMAN DAFTAR TABEL .....	x
HALAMAN DAFTAR GAMBAR .....	xi
HALAMAN PRAKATA .....	xii
DESKRIPSI MATA KULIAH .....	xiii
CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH .....	xiv
PEDOMAN PENGGUNAAN MODUL .....	xv
ANALISIS PEMBELAJARAN MATA KULIAH .....	xvi
BAB 1. KONSEP DASAR PANGAN .....	1
BAB 2. NUTRISI KANDUNGAN BAHAN PANGAN .....	10
BAB 3. KARAKTERISTIK BAHAN PANGAN .....	25
BAB 4. FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KERUSAKAN BAHAN PANGAN .....	42
BAB 5. ILMU SENSORIS DAN APLIKASINYA .....	52
BAB 6. PENCEGAHAN DAN TEKNIK TERAPAN PROSES-PROSES PENGOLAHAN DALAM INDUSTRI PANGAN .....	84
BAB7. BAHAN TAMBAHAN PANGAN .....	149
BAB 8. TEKNOLOGI PENGEMASAN DAN PENYIMPANAN PANGAN .....	171
BAB 9. SISTEM JAMINAN MUTU INDUSTRI PANGAN .....	202
BAB 10. PERATURAN, LEGISLASI PANGAN DAN CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION .....	226
HALAMAN <i>CHECKLIST</i> DAFTAR PERIKSA .....	149
HALAMAN BIOGRAFI PENULIS .....	153



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1.1 Pengujian residu pestisida pangan segar .....	4
Tabel 2.1 Kadar air dalam bahan pangan .....	11
Tabel 2.2 Pola asam amino .....	13
Tabel 2.3 Beberapa contoh kandungan protein dalam bahan pangan .....	14
Tabel 2.4 Beberapa contoh kandungan lemak/minyak dalam bahan pangan .....	15
Tabel 2.5 Beberapa contoh kandungan karbohidrat dalam bahan pangan .....	17
Tabel 2.6 Beberapa kestabilan sifat pigmen alami .....	21
Tabel 3.1 Bagian-bagian organ yang dapat dimanfaatkan .....	27
Tabel 3.2 Perbedaan buah dan sayur .....	30
Tabel 3.3 Nilai gizi pada hasil sereal per 100 gram bahan .....	32
Tabel 3.4 Nilai gizi pada kacang-kacangan per 100 gram bahan .....	33
Tabel 3.5 Nilai gizi pada umbi-umbian per 100 gram bahan .....	33
Tabel 4.1 Ketahanan waktu simpan berbagai jenis bahan pangan .....	43
Tabel 5.1 Panduan ruang untuk pengujian sensoris .....	74
Tabel 5.2 Tahapan pengembangan produk baru ketika tersedia produk pembanding atau kontrol .....	78
Tabel 6.1 Penyimpanan Bahan Pangan pada Suhu Rendah .....	94
Tabel 6.2 Komposisi kimia asap kayu .....	106
Tabel 6.3 Beberapa perbedaan pengasapan panas dan pengasapan dingin .....	106
Tabel 7.1 Bahan tambahan pangan yang diizinkan untuk digunakan dalam proses pengolahan pangan (cuplikan permenkes nomor 33 tahun 2012) .....	150
Tabel 7.2 Contoh batas maksimal penggunaan bahan tambahan pangan pengawet (benzoate dan garamnya) berdasarkan kategori pangan .....	151
Tabel 7.3 Contoh jenis uji toksisitas dan pengamatan efek negatif terhadap kesehatan .....	162
Tabel 8.1 Perbandingan uji umur simpan secara langsung (ESL) dan dipercepat (ASLT) .....	173
Tabel 10.1 Pengaturan tentang pangan oleh undang-undang yang masih berlaku pada tahun 2020 .....	228
Tabel 10.2 Contoh Sebagian Peraturan Pemerintah yang menjadi amanah Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang pangan dan realisasinya .....	229
Tabel 10.3 Beberapa contoh Peraturan BPOM yang terkait dengan pangan olahan	230

Tabel 10.4 Contoh cuplikan Peraturan BPOM Nomor 11 Tahun 2019 tentang bahan tambahan pangan golongan pengawet jenis asam benzoat .....	231
Tabel 10.5 Pembagian kewenangan pengawasan kepada Kementerian, LPNK, dan Pemerintah Daerah terhadap aspek pemenuhan persyaratan keamanan pangan, mutu pangan dan gizi pangan .....	232
Tabel 10.6 Contoh cuplikan Standar Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan dalam Keputusan Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan Nomor 37 Tahun 2017 .....	233
Tabel 10.7 Peraturan klaim “Rendah’ atau “Bebas” pada label produk pangan kemasan (Peraturan Kepala BPOM Nomor 13 Tahun 2016) .....	241
Tabel 10.8 Daftar SNI baru kelompok pertanian dan teknologi pangan .....	245

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1 Pasar sebagai tempat menjual aneka bahan pangan .....	2
Gambar 3.1 Aneka jenis sayur-sayuran .....	26
Gambar 3.2 Aneka jenis buah-buahan .....	31
Gambar 5.1 Sistem anatomi pada mata .....	56
Gambar 5.2 Anatomi sistem olfaktori .....	57
Gambar 5.3 Permukaan lidah manusia sistem gustatori .....	58
Gambar 5.4 Sistem saraf trigeminal di bagian muka .....	60
Gambar 5.5 Sistem anatomi kulit dan bagian yang berperan dalam sensasi taktil .....	60
Gambar 5.6 Sensoris kinestetik atau mekanis pada otot dan daging .....	61
Gambar 5.7 Susunan anatomi telinga .....	62
Gambar 5.8 Klasifikasi metode analisis sensoris .....	63
Gambar 5.9 Contoh ruang penyiapan .....	73
Gambar 5.10 Contoh bilik pengujian sensoris .....	74
Gambar 5.11 Contoh meja diskusi panelis .....	75
Gambar 5.12 keterkaitan pengujian sensoris dengan divisi yang ada di industri pangan .....	77
Gambar 5.13 Pendekatan strategi pengembangan produk baru .....	79
Gambar 6.1 Alat pengering tenaga surya .....	96
Gambar 6.2 <i>Tray dryer</i> .....	99
Gambar 6.3 Perubahan kimiawi pada pengasapan .....	104
Gambar 6.4 Proses pengasapan ikan .....	105
Gambar 6.5 Ikan hasil pengasapan .....	107
Gambar 6.6 Asap cair .....	109
Gambar 6.7 Alat destilasi asap cair .....	111
Gambar 6.8 Pasteurisasi susu .....	116
Gambar 6.9 Proses blansing bahan pangan .....	120
Gambar 6.10 Jenis nukleasi .....	132
Gambar 6.11 Alur mekanisme prinsip pengawetan bahan dengan radiasi .....	141
Gambar 6.12 Contoh mekanisme iradiasi produk pangan .....	142
Gambar 8.1 Ilustrasi kemasan primer, sekunder dan tersier .....	173
Gambar 9.1 Perkembangan sistem jaminan mutu .....	207
Gambar 10.1 Alur pengkajian pangan PRG .....	234
Gambar 10.2 Prosedur sertifikasi halal .....	244

Gambar 10.3 Tingkat risiko sebagai fungsi dari tingkat bahaya dan paparan .....	251
Gambar 10.4 Kerangka analisis risiko beserta tahap pelaksanaannya .....	252
Gambar 10.5 Pelaksanaan analisis risiko di Codex .....	257

## **PRAKATA**

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmatNya sehingga kami dapat menyusun Dokumen Modul Mata Kuliah Teknologi Pengolahan Pangan ini dengan baik. Modul mata kuliah teknologi pengolahan pangan ini baru pertama kali disusun dan bahan kajian yang digunakan dalam penyusunan modul ini meliputi buku referensi, buku ajar dan artikel ilmiah yang berkaitan dengan teknologi pengolahan pangan serta diterbitkan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir.

Kami menyadari bahwa modul ini masih jauh dari kata sempurna sehingga kami selaku penyusun sangat berterima kasih apabila ada kritik dan saran untuk penyempurnaan perangkat pembelajaran ini. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat dalam pelaksanaan pendidikan dan pembelajaran di lingkungan Program Studi Teknologi Industri Pertanian khususnya pada mata kuliah teknologi pengolahan pangan. Aamiin.

Jember, Agustus 2024

Penyusun

## **DESKRIPSI MATA KULIAH**

Mata kuliah teknologi pengolahan pangan membahas tentang konsep dasar pangan; nutrisi kandungan bahan pangan; karakteristik bahan pangan; faktor-faktor penyebab kerusakan bahan pangan; ilmu sensoris dan aplikasinya pencegahan dan teknik terapan proses-proses pengolahan dalam industri pangan; bahan tambahan pangan; teknologi pengemasan dan penyimpanan bahan pangan; sistem jaminan mutu industri pangan; serta peraturan, legislasi pangan dan *codex alimentarius commision*.

## **CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH**

Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis dan inovatif dalam memahami karakteristik teknologi pengolahan dan rekayasa proses bahan hasil pertanian dengan menggunakan metode, keterampilan dan perangkat keteknikan modern yang diperlukan dalam mengembangkan produk agroindustri.

## PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

### 1. Kegiatan Pembelajaran

Pembelajaran pada mata kuliah ini menggunakan metode ceramah, diskusi berkelompok dengan pendekatan *Student Centered*. Latihan akan diberikan dalam bentuk pembagian individu dan kelompok disesuaikan dengan pokok bahasan yang akan didiskusikan. Bentuk penugasan juga diberikan dalam bentuk yang berbeda-beda dengan maksud untuk lebih memudahkan mahasiswa dalam menyerap materi yang disampaikan dan dilakukan pada setiap akhir bab.

### 2. Latihan

Mahasiswa diharapkan mengerjakan latihan yang diberikan pada setiap akhir bab yang bertujuan untuk mengukur pencapaian hasil belajar dengan menilai sejauh mana pemahaman mahasiswa dengan melihat banyaknya jumlah soal yang mampu dijawab.

### 3. Umpan Balik

Mahasiswa akan memperoleh umpan balik yang sudah dicantumkan pada akhir setiap bab modul ini atau pada acuan yang dilanjutkan pada akhir bab.

### 4. Waktu Belajar

Mahasiswa diimbau untuk menyediakan waktu belajar mempelajari mata kuliah Ekonomi Mikro adalah:

- 1) 3x50 menit per minggu tatap muka/belajar melalui sinkron maya atau asinkron maya.
- 2) 3x60 menit per minggu untuk mengerjakan tugas atau latihan terstruktur dalam modul.
- 3) 3x60 menit per minggu belajar secara mandiri melalui berbagai sumber.

Dengan demikian apabila mahasiswa telah selesai mempelajari modul ini disertai dengan mengerjakan latihan dan diskusi saat tatap muka/belajar melalui sinkron maya/asinkron maya diharapkan mahasiswa dapat memahami konsep Teknologi Pengolahan Pangan dengan menggunakan prinsip dan pendekatan yang benar.

### 5. Manfaat

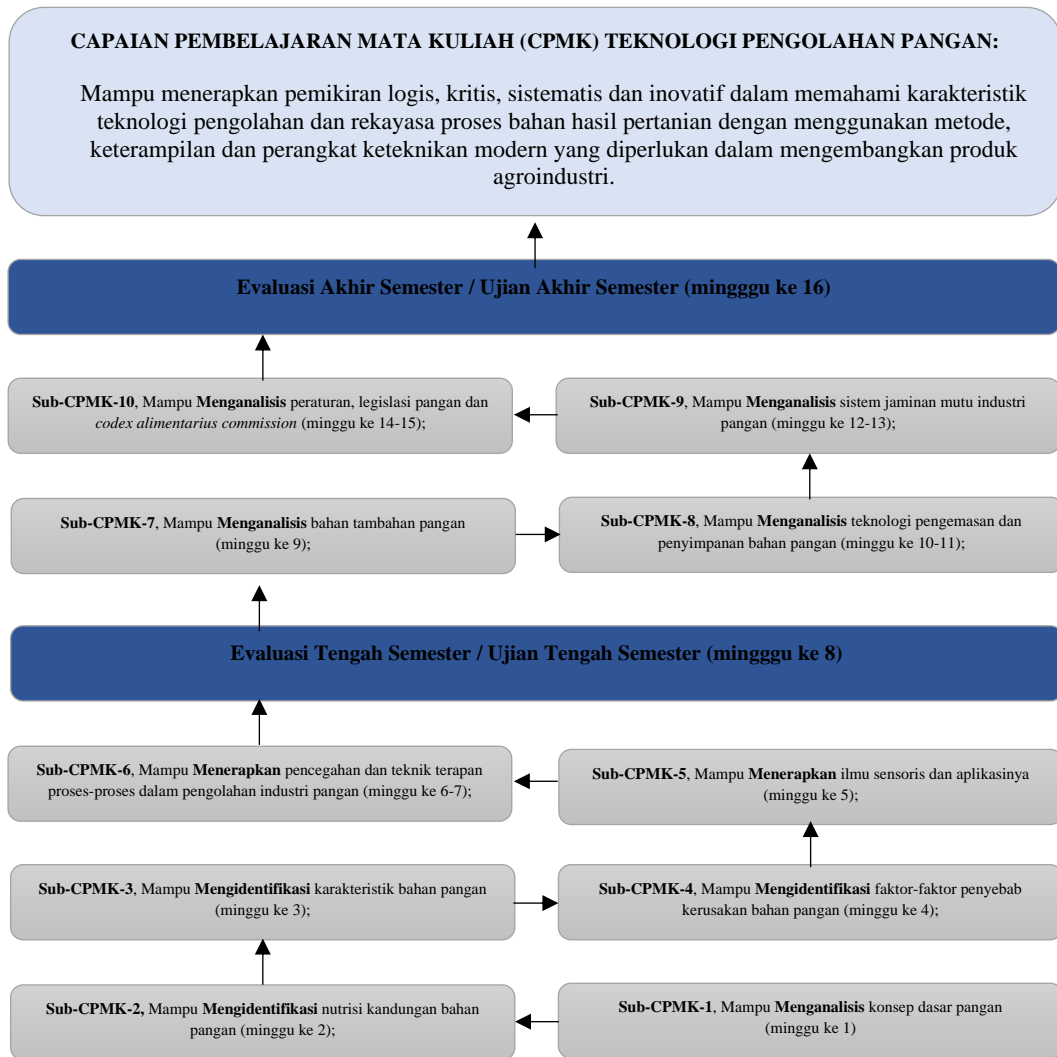
Modul ini bermanfaat untuk digunakan sebagai acuan dalam menerapkan teori Teknologi Pengolahan Pangan dan aplikasinya dalam kehidupan praktis.

### 6. Pedoman Pemakaian

Untuk mempelajari modul ini mahasiswa telah mempunyai pengetahuan tentang Teknologi Pengolahan Pangan serta materi lainnya dengan beban studi masing-masing minimal 3 sks. Jika mahasiswa bermaksud mempelajari modul ini maka sebaiknya mengikuti alur belajar sesuai dengan organisasi materi.



## ANALISIS PEMBELAJARAN MATA KULIAH



## **BAB 1. KONSEP DASAR PANGAN**

### **A. Kemampuan Akhir yang Direncanakan**

Mahasiswa mampu menganalisis konsep pangan

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mahasiswa mampu menganalisis produk pangan segar
2. Mahasiswa mampu menganalisis produk pangan olahan
3. Mahasiswa mampu menganalisis produk pangan olahan tertentu

### **C. Deskripsi Singkat Isi BAB**

Pangan merupakan segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah dan diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia. Termasuk di dalamnya adalah tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lain yang digunakan dalam penyiapan, pengolahan, dan pembuatan makanan atau minuman. Berdasarkan cara perolehannya, pangan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pangan segar, pangan olahan, dan pangan olahan tertentu.

### **D. Relevansi**

Materi pengertian pangan merupakan konsep dasar yang sangat penting dipelajari untuk memahami proses teknologi pengolahan pangan. Pengetahuan tentang konsep dasar pangan akan mampu memberikan pemahaman lebih lanjut terkait dengan penanganan, proses pengolahan, pengemasan dan penyimpanan bahan pangan.

### **E. Uraian Materi Pengertian Pangan**

#### **1.1 Konsep Dasar Pangan**

Kualitas suatu produk yang dihasilkan oleh sebuah perusahaan ditentukan berdasarkan ukuran dan karakteristik bahan pangan. Seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu dan teknologi pada bidang pengolahan makanan, maka akan tersedianya produk makanan yang mudah disajikan, aman, bergizi, memiliki karakteristik organoleptik yang menarik serta terjangkau. Pemanfaatan sumber daya hasil pertanian di beberapa negara berkembang masih sangat kurang. Salah satu cara untuk meningkatkannya, yaitu dengan penganekaragaman cara pengolahan yang bertujuan untuk meningkatkan nilai jual dan manfaat hasil pertanian.

Karakteristik penting bahan pangan hasil pertanian ialah tidak bertahan lama (*perishable*). Hal tersebut disebabkan oleh bahan tersebut masih dapat melakukan fungsi metabolisme atau akibat adanya mikroorganisme yang merusak. Aktivitas metabolisme pada buah dan sayuran segar misalnya dicirikan dengan adanya proses respirasi. Respirasi menghasilkan panas yang menyebabkan terjadinya peningkatan panas, sehingga proses kemunduran seperti kehilangan air, pelayuan, dan pertumbuhan mikroorganisme akan semakin meningkat. Mikroorganisme pembusuk akan mendapatkan kondisi pertumbuhannya yang ideal dengan adanya peningkatan suhu, kelembapan, dan siap menginfeksi sayuran melalui kecacatan atau luka yang sudah ada. Selama proses transportasi ke konsumen, produk sayuran pascapanen mengalami tekanan fisik, getaran gesekan pada kondisi ketika suhu dan kelembapan memacu proses pelayuan. Oleh karena itu, untuk meminimalisasi kerusakan hasil panen perlu dilakukan penanganan yang tepat.



Gambar 1.1 Pasar sebagai tempat menjual aneka bahan pangan

Pengertian pengolahan makanan pada dasarnya sama, yaitu mengubah sebuah produk hasil pertanian dari bahan mentah menjadi bahan yang siap untuk disantap atau dengan kata lain pengolahan makanan adalah membuat bahan makanan yang mentah menjadi matang melalui pemanasan. Secara definitif pengolahan makanan dapat diartikan sebagai sebuah pemanasan pada makanan hingga menjadi lebih enak, mudah dikunyah, dan mengubah bentuk penampilan dari bahan makanan itu, serta mematikan bakteri yang merugikan kesehatan. Pengolahan makanan merupakan salah satu penerapan panas dari bahan mentah menjadi matang dengan cara yang sesuai untuk setiap bahan dasar dengan tujuan tertentu. Oleh karena itu, proses memasak hanya berlangsung selama panas mengenai bahan makanan. Untuk mengolah sebuah makanan sesuai dengan tujuannya dikenal beberapa teknik mengolah makanan.

Pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah dan diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia. Termasuk di dalamnya adalah tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lain yang digunakan dalam penyiapan, pengolahan, dan pembuatan makanan atau minuman. Pangan merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang pemenuhannya menjadi hak asasi setiap rakyat Indonesia, selain itu pangan merupakan komoditas dagang yang sangat berperan dalam kehidupan ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mencegah pangan dari kemungkinan adanya bahaya karena pencernaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan dan membahayakan kesehatan manusia.

Terkait dengan masalah di atas, penanganan keamanan pangan mulai mendapat perhatian serius dari pemerintah. Hal ini ditandai dengan telah diterbitkannya PP No. 28 Tahun 2004 tentang Keamanan, Mutu, dan Gizi Pangan yang merupakan penjabaran dan UU No. 7 Tahun 1996 tentang Pangan. Peraturan ini kemudian ditindaklanjuti dengan pencanangan Sistem Keamanan Pangan Terpadu. PP No. 28 Tahun 2004 tersebut mengamanatkan bahwa Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) mempunyai kewenangan dalam pengaturan dan atau penetapan persyaratan, standar, keamanan pangan olahan dan ritel. Sedangkan kewenangan Kementerian Pertanian yang dalam implementasinya oleh Badan Ketahanan Pangan adalah pengaturan dan atau penetapan persyaratan keamanan pangan segar. Berdasarkan cara perolehannya, pangan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pangan segar, pangan olahan, dan pangan olahan tertentu.

## **1.2 Pangan Segar**

Pangan segar adalah pangan yang belum mengalami pengolahan atau dalam artian pangan yang masih mentah, baru saja diambil dari sumber pangan, baik bahan nabati dan hewani. Pangan segar dapat dikonsumsi langsung atau tidak langsung, yakni dijadikan bahan baku pengolahan pangan. Pemanfaatan bahan pangan yang akan digunakan harus mewaspadai aspek keamanan pangan.

Keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Keamanan pangan telah menjadi salah satu isu sentral dalam perdagangan produk pangan. Penyediaan pangan yang cukup disertai dengan terjaminnya keamanan, mutu, dan gizi pangan untuk dikonsumsi merupakan hal yang tidak bisa ditawar dalam pemenuhan kebutuhan pangan. Tuntutan konsumen akan keamanan pangan juga turut mendorong kesadaran produsen menuju iklim persaingan sehat yang berhulu

pada jaminan keamanan bagi konsumen. Penanganan keamanan pangan segar telah menjadi perhatian dunia, mengingat bahan pangan segar adalah produk yang memiliki karakteristik mudah rusak akibat terkontaminasi oleh cemaran fisik, kimia, maupun mikrobiologi.

Keamanan pangan tidak hanya berpengaruh terhadap kesehatan manusia, tetapi juga menentukan nilai ekonomi dari bahan pangan itu sendiri. Oleh karena itu, dalam perdagangan internasional telah ditetapkan persyaratan keamanan pangan segar yang dirumuskan melalui kesepakatan *Sanitary and Phytosanitary (SPS) Agreement* dan *Technical Barriers to Trade (TBT) Agreement* pada putaran Uruguay tentang Negosiasi Perdagangan Multilateral. Beberapa hasil pengujian residu pestisida dilakukan oleh Badan Pangan Kementerian Pertanian tahun 2010 di Indonesia.

Tabel 1.1 Pengujian residu pestisida pangan segar

Provinsi	Komoditas	Bahan Aktif	Hasil Pengujian (mg/kg)	Standar (mg/kg)	Keterangan
Sumatera Utara	Kacang panjang	Heptachlor*	0,392	-	Dilarang
	Terung belanda	Imidachlorprid	0,747	0,2**	Diatas BMR
Riau	Kacang panjang	DDT*	13.172	-	Dilarang
Kepulauan Riau	Bayam merah	Heptachlor*	0,209	-	Dilarang
DKI Jakarta	Wortel	Endrine*	0,218	-	Dilarang
	Mentimun	Endrine*	0,181	0,05**	Dilarang
Jawa Barat	Jeruk	Bifenthrine	0,069	0,05**	Diatas BMR
Jawa Tengah	Cabai merah	Heptachlor*	0,062	-	Dilarang
Jawa Timur	Jeruk	Lindan*	0,023	-	Dilarang
	Tomat	Heptachlor*	0,527	0,02**	Dilarang
Kalimantan Barat	Jeruk	Lindan*	0,023	-	Dilarang
	Jeruk	Deltamethrine	0,155	0,02**	Diatas BMR
Kalimantan Selatan	Cabai merah	Lindan*	0,0413	-	Dilarang
Kalimantan Timur	Terung	$\beta$ -Endosulfan	0,19	0,1**	Diatas BMR
	Sawi	Endrine*	0,068	-	Dilarang
Bali	Kol/Kubis	Lindan*	0,003	0,05**	Dilarang
	Pisang	Endrine*	0,069	-	Dilarang
Nusa Tenggara Barat	Bawang putih	Heptachlor*	3,280	-	Dilarang
	Kembang kol	Lindan*	0,035	0,05**	Dilarang

Sumber: BKP Kementerian Pertanian Bidang Keamanan Pangan Segar

\* Bahan aktif yang dilarang (Permentan No. 1/Permentan/OT.140/1/2007)

\*\* Batas Maksimum Residu (BMR) dari Codex Alimentarius, SNI 7313: 2008

### 1.3 Pangan Olahan

Pangan olahan adalah makanan atau minuman hasil pengolahan dengan cara atau metode tertentu, dengan atau tanpa bahan tambahan Contoh teh manis, nasi, pisang goreng, dan sebagainya. Pangan olahan bisa dibedakan lagi menjadi pangan olahan siap saji dan tidak saji

1. Pangan olahan siap saji adalah makanan dan minuman yang sudah diolah dan siap disajikan tempat usaha atau di luar tempat usaha atas dasar pesanan.

2. Pangan olahan tidak siap saji adalah makanan atau minuman yang sudah mengalami proses pengolahan, akan tetapi masih memerlukan tahapan pengolahan lanjutan untuk dapat dimakan atau diminum.

#### **2.4 Pangan Olahan Tertentu**

Pangan olahan tertentu adalah pangan olahan yang diperuntukkan bagi kelompok tertentu dalam upaya memelihara dan meningkatkan kualitas kesehatan. Contoh ekstrak tanaman mahkota dewa untuk diabetes melitus, susu rendah lemak untuk orang yang menjalankan diet rendah lemak, dan sebagainya.

Sangatlah penting untuk menghasilkan bahan pangan dengan kualitas tinggi sampai di tangan konsumen. Idealnya kualitas bahan pangan pada saat sampai ditangan konsumen harus sama dengan kualitas bahan pangan pada saat dipanen supaya dapat memperoleh harga jual yang tinggi. Hal ini akan mudah dicapai apabila jarak antara tempat budidaya dengan konsumen dekat. Apabila jaraknya semakin jauh, maka rantai pemasaran akan semakin panjang. Hal ini dapat menyebabkan kualitas dan kuantitas bahan pangan akan menurun ketika sampai di tangan konsumen.

Salah satu contoh jika sayuran yang sudah dipanen atau dilepaskan dari tanaman induknya, umumnya fotosintesis telah berhenti, tetapi respirasi tetap berjalan untuk tetap mempertahankan proses fisiologis dalam sel-selnya. Secara teoritis, lamanya umur simpan (*storage life*) sayuran tergantung pada lamanya waktu cadangan makanan disimpan (*length of time the storage food*) serta air yang dikonsumsi dalam respirasi dan transpirasi. Akibat dari cadangan makanan dan air berkurang terus-menerus, kualitas sayuran menurun sampai menjadi tidak layak lagi untuk dikonsumsi manusia. Dengan menurunnya cadangan makanan, kerentanan sel terhadap serangan mikroorganisme meningkat. Memar (*bruising*) dan kerusakan mekanis lainnya dapat menyebabkan masuknya mikroorganisme dan mempercepat respirasi produk.

Waktu panen sayuran sampai sayuran dimasak, tindakan pencegahan harus diberikan untuk memperlambat penurunan cadangan makanan dan air serta mencegah masuknya mikroorganisme. Hal ini mensyaratkan bahwa sayuran dipanen pada tahap tumbuhan dan perkembangan yang sesuai (tergantung jenis sayurannya), dikemas dengan wadah yang sesuai, diangkut, dibongkar, dan dikemas lagi dengan hati-hati atau disimpan apabila belum akan dipasarkan. Proses fisiologi bahan pangan sayuran terbagi menjadi:

1. Masak fisiologis adalah tingkat kemasakan yang terjadi apabila pertumbuhan (*development*) dan kemasakan (*maturation*) dari sayuran telah maksimum. Jadi, masak fisiologis

merupakan salah satu tahapan dalam kehidupan organ tanaman. Contoh tanaman sayuran yang dipanen pada saat masak fisiologis adalah tomat, semangka, dan melon.

2. Masak komersial adalah tercapainya kondisi organ tanaman telah sesuai dengan selera konsumen. Masak komersial ini tidak selalu bersamaan dengan masak fisiologis, bisa lebih awal atau lebih akhir. Masak komersial dapat terjadi pada tahapan perkembangan (*development*) atau penuaan (*senescence*).

## **F. Rangkuman**

Pengertian pengolahan makanan pada dasarnya sama, yaitu mengubah sebuah produk hasil pertanian dari bahan mentah menjadi bahan yang siap untuk disantap, atau dengan kata lain pengolahan makanan adalah membuat bahan makanan yang mentah menjadi matang melalui pemanasan. Pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun yang tidak diolah dan diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mencegah pangan dari kemungkinan adanya bahaya karena cemaran biologis dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia.

Pangan segar adalah pangan yang belum mengalami pengolahan atau dalam artian pangan yang masih mentah dan baru saja diambil dari sumber pangan, baik berupa nabati maupun hewani. Pangan segar dapat dikonsumsi langsung maupun tidak langsung, yakni dijadikan bahan baku pengolahan pangan. Pemanfaatan bahan pangan yang akan digunakan harus mewaspadai aspek keamanan pangan. Keamanan pangan tidak hanya berpengaruh terhadap kesehatan manusia, tetapi juga menentukan nilai ekonomi dari bahan pangan itu sendiri. Oleh karena itu dalam perdagangan internasional telah ditetapkan persyaratan (*SPS agreement* dan *Technical Barriers to Trade (TBT)*).

Pangan olahan adalah makanan atau minuman hasil pengolahan dengan atau metode tertentu, dengan atau tanpa bahan tambahan, misalnya teh manis, nasi, pisang goreng, dan sebagainya. Pangan olahan bisa dibedakan lagi menjadi pangan olahan siap saji dan tidak saji. Pangan olahan siap saji adalah makanan dan minuman yang sudah diolah di tempat usaha dan di luar tempat usaha atau pesanan. Pangan olahan tidak siap saji adalah makanan atau minuman yang sudah mengalami pengolahan, tetapi masih memerlukan tahapan pengolahan lanjutan untuk dapat dimakan atau diminum. Pengolahan olahan tertentu adalah pangan olahan yang diperuntukkan bagi kelompok tertentu dalam upaya memelihara dan meningkatkan kualitas kesehatan. Contoh ekstrak tanaman mahkota dewa untuk diabetes melitus, susu rendah lemak untuk orang yang menjalankan diet rendah lemak, dan sebagainya. Sangatlah penting untuk

menghasilkan bahan pangan dengan kualitas tinggi sampai di tangan konsumen. Idealnya, kualitas bahan pangan pada saat dipanen supaya dapat memperoleh harga jual yang tinggi.

Secara teoritis, lamanya umur simpan (*storage life*) sayuran tergantung pada lamanya waktu cadangan makanan disimpan (*length of time the storage food*) dan air yang dikonsumsi dalam respirasi dan transpirasi. Akibat dari cadangan makanan dan air berkurang terus-menerus, kualitas sayuran menurun sampai menjadi tidak layak lagi untuk dikonsumsi manusia. Proses fisiologi bahan pangan sayuran terbagi menjadi: 1) Masak fisiologis adalah tingkat kemasakan yang terjadi apabila pertumbuhan (*development*) dan kemasakan (*maturation*) dari sayuran telah maksimum. Jadi, masak fisiologis merupakan salah satu tahapan kehidupan organ tanaman. Contoh tanaman sayuran yang dipanen pada saat dimasak fisiologis adalah tomat, semangka, dan melon; 2) Masak komersial adalah tercapainya kondisi organ tanaman telah sesuai dengan selera konsumen. Masak komersial ini tidak selalu bersamaan dengan masak fisiologis, bisa lebih awal atau lebih akhir. Masak komersial dapat terjadi pada tahapan perkembangan (*development*) atau penuaan (*senescence*) dan organ tanaman sayur.

## G. Referensi

1. Effendi, S. (2015). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta.
2. Fellows, P. J. (2016). *Teknologi Pengolahan Pangan Prinsip dan Praktik*. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
3. Fibri, D. L. N. & Santoso, U. 2015. *Analisis Proksimat Bahan Pangan*. Yogyakarta: Citra Aji Pratama.
4. Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2018). *Prinsip Proses & Teknologi Pangan*. Alfabeta.
5. Sobari, E. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi.

## H. Latihan

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

1. Tujuan dari upaya keamanan pangan untuk mencegah tercemarnya pangan oleh faktor....
  - a. Biologis
  - b. Kimia
  - c. Faktor luar
  - d. Semua benar
2. Apa yang diterbitkan oleh pemerintah sebagai bukti keseriusan menanggapi keamanan pangan?
  - a. UU No. 7 tahun 1996
  - b. UU No. 8 tahun 2000
  - c. PP No. 28 tahun 2004
  - d. PP NO. 28 tahun 2002



3. Berdasarkan cara pengolahannya, pangan dibedakan menjadi berapa?
  - a. 3
  - b. 5
  - c. 8
  - d. 10
  
4. Terbagi menjadi berapakah proses fisiologi pada bahan pangan sayuran?
  - a. 6
  - b. 8
  - c. 4
  - d. 2
  
5. Proses aktivitas metabolisme pada buah dan sayuran segar dapat dilihat dari proses yang terjadi, yaitu ...
  - a. Fotosintesis
  - b. Respirasi
  - c. Browning
  - d. Pelilinan
  
6. Makanan dan minuman yang dikonsumsi oleh manusia disebut pangan, berasal dari sumber manakah pangan tersebut?
  - a. Hayati dan air
  - b. Bumi
  - c. Langit
  - d. Pasar
  
7. Pangan olahan dibedakan menjadi dua, yaitu ...
  - a. Siap saji dan tidak siap saji
  - b. Siap saji dan siap dipasarkan
  - c. Siap dikonsumsi dan siap dipasarkan
  - d. Siap dipasarkan dan tidak dipasarkan
  
8. Dirumuskan melalui kesepakatan apakah pada saat ditetapkannya persyaratan keamanan pangan?
  - a. SOS dan BMP
  - b. SPS dan TBT
  - c. COD dan MOP
  - d. Semua benar
  
9. Khasiat yang terdapat pada ekstrak tanaman mahkota dewa diindikasikan dapat menyembuhkan penyakit ...
  - a. Kanker
  - b. Diabetes melitus
  - c. Jantung
  - d. Stroke

10. Tahap perkembangan apa sajakah yang dapat terjadi pada pangan masak komersial?
  - a. Penuaan dan organ tanaman sayur
  - b. Pertumbuhan
  - c. Pelayuan
  - d. Semua salah

#### Latihan Soal Essay

1. Apakah tujuan dan penebaragaman pengolahan pangan!
2. Apa yang dimaksud dengan pangan? jelaskan!
3. Berdasarkan cara perolehannya pangan dibedakan menjadi 3, sebutkan dan jelaskan!
4. Sebutkan dan jelaskan proses fisiologis bahan pangan dan sayuran!
5. Setelah terjadinya proses respirasi pada pangan, proses apa yang terjadi selanjutnya?
6. Faktor apa saja yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme pembusuk?
7. Sebutkan dan tujuan lain dari pengolahan pangan selain untuk mematikan bakteri yang merugikan kesehatan!
8. Apakah keamanan pengolahan pangan itu penting? Berikan alasannya!
9. Selain berpengaruh terhadap manusia, pengaruh apalagi yang terdapat pada keamanan pangan?
10. Pada proses transportasi atau pengiriman pangan, faktor apa saja yang merusak pangan?

#### **I. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

##### 1. Umpan Balik

Perhatikan komentar yang diberikan oleh dosen/tutor/ asisten. Apabila hasil latihan anda telah mencapai minimal 70 maka anda telah dinyatakan menguasai sebagian besar dari kompetensi yang di harapkan dalam bab ini.

##### 2. Tindak Lanjut

Apabila hasil penilaian bab ini telah mencapai minimal 70 maka anda dapat mempelajari Bab 2.

## **BAB 2. NUTRISI KANDUNGAN BAHAN PANGAN**

### **A. Kemampuan Akhir yang Direncanakan**

Mahasiswa mampu menganalisis nutrisi kandungan bahan pangan

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mahasiswa mampu menganalisis kadar air bahan pangan
2. Mahasiswa mampu menganalisis kadar protein bahan pangan
3. Mahasiswa mampu menganalisis kadar lipida bahan pangan
4. Mahasiswa mampu menganalisis kadar abu bahan pangan
5. Mahasiswa mampu menganalisis kadar karbohidrat bahan pangan
6. Mahasiswa mampu menganalisis kadar vitamin dan mineral bahan pangan
7. Mahasiswa mampu menganalisis kadar senyawa flavor dan pigmen bahan pangan

### **C. Deskripsi Singkat Isi Bab**

Nutrisi kandungan bahan pangan merupakan sejumlah kandungan zat yang dapat berasal dari berbagai bahan pangan atau makanan yang berfungsi serta penting untuk menjaga, memelihara serta membangun berbagai sel dan jaringan tubuh. Nutrisi umum yang terkandung dalam bahan pangan terdiri dari kadar air, kadar protein, kadar lipida, kadar abu, kadar karbohidrat, kadar vitamin dan mineral, serta kadar flavor dan pigmen.

### **D. Relevansi**

Nutrisi merupakan sejumlah kandungan gizi atau zat yang umumnya diperoleh dari berbagai jenis bahan pangan. Seluruh nutrisi tersebut memiliki peran penting dalam menjaga, membangun, serta memelihara sel dan jaringan tubuh manusia. Sehingga dengan mencukupi kebutuhan nutrisi secara seimbang merupakan langkah utama untuk meningkatkan kesehatan dan mencegah penyakit dengan mengonsumsi makanan sehat dan bergizi.

### **E. Uraian Materi Nutrisi Kandungan Bahan Pangan**

#### **1.1 Kadar Air Bahan Pangan**

Air merupakan sumber utama struktur sumber pangan. Kandungan air dalam bahan hasil dari pertanian sangat menentukan sebuah kualitas bahan tertentu. Air merupakan komponen penting karena dapat memengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa makanan. Mudah rusaknya dan perubahan bahan makanan sangat dipengaruhi oleh kadar air bebasnya.

Bahan hasil pertanian setelah dipanen masih aktif melakukan proses fisiologis dan reaksi enzimatik. Air berperan sebagai pembawa zat-zat makanan dan sisa-sisa metabolisme ke seluruh tubuh.

Bahan pangan banyak memiliki fungsi dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan penerimaan, kesegaran, dan ketahanan bahan pangan tersebut. Bahan yang berasal dari buah-buahan yang masih mentah memiliki kandungan air yang tidak terlalu banyak dibandingkan dengan buah-buahan matang yang selalu bertambah kandungan air didalamnya. Misalnya apel yang baru dipetik atau setengah matang memiliki kandungan air sekitar 10%, semakin lama kadar airnya akan semakin meningkat menjadi 80%. Begitu juga dengan tomat, jeruk dan nanas yang memiliki kisaran kadar air 87-95%.

Tabel 2.1 Kadar air dalam bahan pangan

Nama Bahan Pangan			
Nabati	Kadar air (%)	Hewani	Kadar air (%)
Beras	12	Daging sapi	60
Jagung	10,6	Daging ayam	55,9
Ubi kayu/Singkong	61,4	Telur ayam utuh	74,3
Ubi Jalar	72,6	Ikan bandeng	74
Kentang	83,4	Ikan mas	80
Gandum	11,8	Susu sapi segar	88,3
Kedelai	12,7	Susu kambing segar	85,9
Kacang tanah	9,6	Susu bubuk	3,5
Daging kelapa tua	70	Mentega	16

Kadar air dalam bahan pangan memiliki peranan penting, sehingga banyak sekali para peneliti yang melakukan analisis, diantaranya bertujuan untuk

1. Kadar air menentukan keawetan bahan pangan
2. Kadar air berkaitan dengan pemanfaatan bahan pangan
3. Kadar air berhubungan dengan kualitas bahan pangan
4. Kadar air menentukan nilai ekonomi bahan pangan
5. Kadar air menjadi penentu syarat sebuah produk dan pelabelan pangan

Rumus menghitung kadar air bahan pangan menggunakan metode destilasi, yaitu:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Volume air yang teruapkan (ml)}}{\text{Berat sampel awal (gram)}} \times 100\%$$

Pengurangan air bertujuan untuk mengawetkan dan dapat mengurangi volume serta berat jenis pangan tertentu, sehingga memudahkan dan menghemat pengemasan atau distribusi beberapa jenis biji-bijian yang mempunyai kadar air tertentu, seperti beras sebelum dilakukan

pengusapan kulit ari pada gabah untuk dijadikan beras penting memiliki kadar air sekitar 14% agar pengusapan kulit air tidak membuat bulir beras patah atau pecah akibat gaya mekanis dari mesin pengupas atau kacang kedelai dengan kadar air sekitar 8%. Pada kadar air tertentu beras dan kacang kedelai mempunyai tingkat keawetan dan daya simpan lebih lama dibandingkan dengan keadaan segarnya.

## 1.2 Kadar Protein Bahan Pangan

Protein merupakan senyawa kompleks yang terdiri dari asam-asam amino yang diikat satu sama lain dengan ikatan peptida. Asam amino sendiri terdiri dari rantai karbon (R= rantai cabang), atom hidrogen, gugus hidroksil (COOH), kadang-kadang gugus hidroksil (OH), belerang (S), serta gugus amino (NH<sub>2</sub>). Senyawa tersebut terdapat dalam setiap sel makhluk hidup. Nilai gizi protein diartikan sebagai kemampuan suatu protein untuk dapat dimanfaatkan oleh tubuh sebagai sumber nitrogen untuk sintesis protein tubuh. *Protein efficiency Ratio (PER)* adalah metode dasar menghitung efisiensi suatu protein makanan yang digunakan untuk sintesis protein dalam tubuh. Secara sederhana maka PER adalah perbandingan antara pertambahan berat badan dengan jumlah protein yang dikonsumsi.

Setengah dari berat kering dan 20% dari berat total tubuh manusia dewasa merupakan protein. Hampir kebanyakan protein terdapat di dalam otot (daging), kulit, dan jaring-jaringan lain serta cairan tubuh. Protein yang terkandung dalam makanan yang dikonsumsi akan mengalami proses pencernaan oleh enzim-enzim protease di dalam saluran pencernaan menjadi unit-unit penyusunnya, yaitu asam amino. Asam amino inilah yang selanjutnya diserap berfungsi untuk membatu pertumbuhan, penggantian sel-sel rusak, sebagai biokatalisator, dan fungsi-fungsi lain dalam metabolisme tubuh. Beberapa fungsi protein diantaranya :

1. Mengganti jaringan sel-sel yang rusak.
2. Membangun dan membentuk jaringan tubuh yang baru.
3. Merupakan sumber energi panas.
4. Diperlukan untuk sekresi cairan tubuh yang penting seperti enzim dan hormon
5. Dalam bentuk imunoglobulin (anti bodi) protein berguna sebagai resisten kekebalan.
6. Dalam lipoprotein berguna sebagai transportasi trigliserida, kolesterol, dan phospholipid.
7. Dalam bentuk albumin mengangkut asam lemak bebas, bilirubin, dan memelihara tekanan.
8. Osmotik normal diantara cairan tubuh.

Keberadaan protein juga berfungsi sebagai pemberi kalori yang dibutuhkan tubuh jika jumlah karbohidrat dan lemak tidak mencukupi kebutuhan tubuh. Apabila protein tidak cukup mengandung asam amino esensial, sehingga tidak dapat digunakan untuk membangun jaringan

tubuh, protein tersebut dapat dioksidasi untuk menghasilkan energi. Berdasarkan sumbernya, protein dapat dibagi atas dua kategori, yaitu protein yang bersumber dari hewan yang disebut protein hewani seperti susu, ikan, daging, telur, dan lain-lainnya. Selain itu protein yang bersumber dari tumbuhan yang disebut protein nabati.

Protein memiliki kandungan asam amino yang sangat banyak dan dibedakan atas dua kelompok, antara lain:

1. Asam amino esensial: (Isoleusin, Leusin, Lisin, Treonin, Triptofan, Valin, Metionin, Histidin, Tirosin, Fenil alanin).
2. Asam amino non esensial: (Alanin, Arginin, Asparagin, Asam aspartat, Sistein, Asam glutamate, Glutamine, Glisin, Histidin dan Isoleusin).

Penghitungan skor asam amino dilakukan menggunakan pola asam amino yang diserahkan oleh *Joint FOA/WHO Expert Committee on Energy and Protein Requirement*.

Tabel 2.2 Pola asam amino

No.	Asam Amino	mg/g Protein	mg/g Nitrogen
1.	Isoleosin	40	250
2.	Leusin	70	440
3.	Lisin	55	340
4.	Metionin + Sistin	35	220
5.	Fenilalanin + Tirosin	60	380
6.	Treonin	40	250
7.	Triptofan	10	60
8.	Valin	50	310

Skor asam amino sama dengan jumlah asam amino yang sangat kurang dalam protein suatu pangan, dinyatakan sebagai presentase terhadap asam amino sejenis di dalam pola asam amino tersebut diatas. Asam amino yang jumlahnya sangat kurang disebut asam amino pembatas.

Tabel 2.3 Beberapa contoh kandungan protein dalam bahan pangan

Nama Bahan Pangan			
Nabati	Kadar protein (%)	Hewani	Kadar protein (%)
Beras	7,1	Daging sapi	18,8
Jagung	9,4	Daging ayam	18,2
Ubi kayu/Singkong	1,4	Telur ayam utuh	12,8
Ubi Jalar	1,6	Ikan bandeng	20
Kentang	2,0	Ikan mas	16
Gandum	12,6	Susu sapi segar	3,2
Kedelai	13	Susu kambing segar	4,3
Kacang tanah	25	Susu bubuk	24,6
Daging kelapa tua	3,4	Mentega	0,5

Metode yang biasa digunakan untuk menetapkan kadar nitrogen dalam bahan pangan adalah metode kjeldahl. Metode ini digunakan untuk menentukan total nitrogen yang sampel, kemudian mengkonversi total nitrogen menjadi total protein dengan satuan faktor konversi sesuai dengan jenis bahan pangannya. Prinsip metode ini adalah oksidasi senyawa organik oleh asam sulfat untuk membentuk karbohidrat ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), serta pelepasan nitrogen dalam bentuk amonia.

### 1.3 Kadar Lipida Bahan Pangan

Sekelompok senyawa nitrogen yang bahan-bahannya mengandung asam lemak, baik dalam bentuk cair (OILS) atau minyak maupun bentuk padat (FATS) atau lemak. Lipida salah satu komponen bahan pangan yang memiliki senyawa-senyawa praktis yang tidak larut dalam air, tetapi dapat larut dalam pelarut organik. Lipida dapat dibagi menjadi dua bagian yang terdiri dari lemak dan minyak. Dikatakan lemak jika senyawa pada suhu kamar senyawa tersebut berbentuk padatan, sedangkan disebut minyak jika pada suhu kamar senyawa tersebut berbentuk cair.

Komponen pembentuk lemak terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Selain karbohidrat, lemak merupakan sumber energi kedua yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Satu gram lemak menghasilkan sembilan kalori, lebih membantu dalam proses melarutkan vitamin A, D, E, K, sehingga dapat diserap oleh dinding usus halus serta memberikan asam-asam lemak esensial. Lemak yang berbentuk cair lebih mudah dicerna daripada yang berbentuk padat. Ada juga lemak yang apabila dipanaskan sedikit saja sudah mencair, misalnya mentega.

Berdasarkan sumbernya, lemak dibagi menjadi 2 (dua) golongan, yaitu:

1. Lemak yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti minyak kelapa, minyak kacang tanah, minyak jagung, margarin, dan sebagainya.
2. Lemak yang berasal dari hewan seperti lemak sapi, lemak kambing, lemak babi, mentega, minyak ikan, dan sebagainya.

Fungsi lemak, di antaranya:

1. Dalam pembentukan ester kolesterol.
2. Pembentukan phospholipid dalam darah.
3. Precursor dari prostaglandin, throm- boxane, dan prostacycline, yaitu senyawa yang menyerupai hormon dan berpartisipasi dalam (pengaturan tekanan darah, denyut jantung, pelebaran pembuluh darah, pembekuan darah, kekebalan dan keaktifan sistem saraf pusat).

Kandungan lipida dalam bahan pangan khususnya hasil pertanian sangat bervariasi. Untuk bahan pangan yang memiliki tingkat lemak dan minyak yang cukup tinggi terdapat sebagian besar pada komoditas kacang-kacangan, seperti kedelai. Sedangkan kandungan yang rendah terdapat pada beberapa bahan hasil pertanian, seperti beras, kentang, ubi, dan buah-buahan. Kandungan lipida seperti lemak dan minyak sangat penting diketahui karena berhubungan dengan nilai gizi dan nilai ekonomi suatu bahan yang akan menjadi penentu sebuah bahan tersebut dapat dijadikan sebuah produk yang layak jual dan aman dikonsumsi oleh masyarakat.

Tabel 2.4 Beberapa contoh kandungan lemak/minyak dalam bahan pangan

Nama Bahan Pangan			
Nabati	Kadar lemak/minyak (%)	Hewani	Kadar lemak/minyak (%)
Beras	0,7	Daging sapi	14
Jagung	4,5	Daging ayam	25
Ubi kayu/Singkong	0,3	Telur ayam utuh	11,5
Ubi Jalar	0,7	Ikan bandeng	4,8
Kentang	0,1	Ikan mas	2
Gandum	1,5	Susu sapi segar	3,5
Kedelai	6,8	Susu kambing segar	2,3
Kacang tanah	42,8	Susu bubuk	30
Daging kelapa tua	34,7	Mentega	81,6

#### 1.4 Kadar Abu Bahan Pangan

Kandungan abu dalam bahan pangan berhubungan dengan mineral yang terdapat dalam bahan tertentu. Mineral yang dimaksud memiliki dua macam garam, yaitu garam organik seperti asam malat, oksalat, asetat, dan pektat, sedangkan garam anorganik seperti garam fosfat, karbonat, klorida, sulfat, dan nitrat. Sifat mineral sulit untuk ditemukan dalam bentuk asli, maka perlu dilakukan dengan cara mengetahui sisa-sisa pembakaran garam mineral atau yang disebut dengan pengabuan.

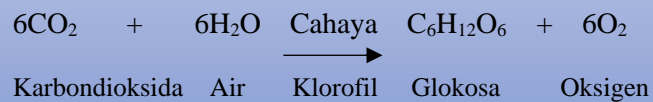
Abu merupakan residu anorganik yang tersisa hasil oksidasi sempurna oleh bahan pangan yang memiliki sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Para ahli gizi di laboratorium sering melaksanakan analisis abu pada bahan pangan dengan tujuan untuk:

- Mengetahui adanya kandungan abu yang cukup tinggi, disebabkan oleh pasir atau kotoran lainnya dalam bahan pangan.
- Bagian awal dari analisis untuk mengetahui kandungan mineral.
- Kadar abu dapat menentukan baik dan tidaknya suatu pengolahan seperti pada bahan hasil pertanian, di antaranya gandum, jagung, beras, dan lainnya.
- Untuk mengetahui jenis bahan yang digunakan seperti membedakan antara pewarna alami atau sintetis.



## 1.5 Kadar Karbohidrat Bahan Pangan

Pada bahan pangan yang dikonsumsi terhadap sumber nutrisi yang beragam diantaranya, karbohidrat yang bermanfaat sebagai energi untuk tubuh. Dilingkungan sekitar, karbohidrat merupakan hasil sintesis CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O yang dibentuk oleh cahaya matahari dan kandungan zat hijau daun (klorofil) yang menghasilkan fotosintat, kejadian ini disebut dengan proses fotosintesis.



Klorofil atau zat warna hijau yang menyerap energi dari matahari yang menyebabkan tanaman mampu membentuk karbohidrat dari CO<sub>2</sub> dan air. Karbohidrat (zat tepung) akan diangkut ketempat penyimpanan yaitu dalam buah, akar dan umbi. Hasil fotosintesis mengalami polimerisasi menjadi pati dan senyawa bermolekul menjadi cadangan makanan pada tanaman yang berguna sebagai energi tadi. Berdasarkan ukuran molekulnya, karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan, yaitu;

1. Monosakarida, yaitu karbohidrat yang paling sederhana susunan molekulnya, terdiri dari 5 atau 6 atom C. Yang termasuk dalam golongan ini adalah karbohidrat yang terdapat pada tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan berasa manis.
2. Oligosakarida, yaitu polimer dari 2 sampai 10 monosakarida yang biasanya terdapat pada sari tebu atau bit.
3. Polisakarida, yaitu polimer terdiri dari lebih 10 monomer monosakarida. Biasanya terdapat pada pati tumbuh-tumbuhan seperti sereal dan umbi-umbian.

Karbohidrat merupakan sumber kalori dan sebagai bahan manfaat lainnya yang dapat digunakan untuk keperluan sadang. Industri, dan bahan bangunan, bahan bakar, dan lainnya. Adapun fungsi karbohidrat, diantaranya:

1. Sumber utama energi tubuh.
2. Pemberi rasa manis pada makanan fruktosa, glukosa, maltosa, dan laktosa.
3. Penghemat protein bila karbohidrat kurang dalam tubuh, maka protein yang dipakai dalam tubuh, maka protein dipakai untuk pertumbuhan.
4. Pengatur metabolisme lemak normal. Bila karbohidrat tidak cukup, maka dalam jumlah besar akan memakai lemak yang dihasilkan energi dan produk tubuh berupa asam keton.
5. Membantu pengeluaran feses. Dengan cara mengatur peristaltik usus dan membentuk pada feses.

Keberadaan karbohidrat dalam bahan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dalam tubuh, sehingga beberapa ahli gizi banyak meneliti dan menganalisis karbohidrat untuk keperluan sebagai berikut:

1. Ilmu dan teknologi pangan, yang bertujuan sebagai penentu jumlah secara kuantitatif dalam menentukan komposisi suatu bahan pangan dan sifat fisis atau kimiawi karbohidrat.
2. Ilmu gizi, yang bertujuan untuk mengetahui senyawa-senyawa biologis karbohidrat yang terkandung dalam bahan pangan sebagai salah satu peran penting membentuk kalori, mencegah penyakit, serat kasar, dan lainnya.
3. Bidang bioteknologi, karbohidrat dapat dianalisis jenis dan perubahan kimiawinya selama fermentasi untuk menentukan kondisi yang optimal.
4. Bidang kimia murni, bertujuan untuk menentukan struktur polimer karbohidrat. Polimer itu sendiri adalah rantai berulang dari atom yang panjang, berbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik yang disebut monomer.
5. Bidang biokimia, bertujuan untuk menganalisis karbohidrat dan meliputi perubahan-perubahan yang terjadi selama proses biologis.

Tabel 2.5 Beberapa contoh kandungan karbohidrat dalam bahan pangan

<b>Nama Bahan Pangan</b>			
<b>Nabati</b>	<b>Kadar lemak/minyak (%)</b>	<b>Hewani</b>	<b>Kadar lemak/minyak (%)</b>
Beras	77,1	Daging sapi	0
Jagung	78	Daging ayam	0
Ubi kayu/Singkong	36,8	Telur ayam utuh	0,7
Ubi Jalar	25,1	Ikan bandeng	0
Kentang	13,5	Ikan mas	0
Gandum	77,2	Susu sapi segar	4,3
Kedelai	24,9	Susu kambing segar	6,6
Kacang tanah	17,4	Susu bubuk	36,2
Daging kelapa tua	10	Mentega	1,4

Keberadaan karbohidrat memiliki perbedaan, yaitu:

1. Karbohidrat yang dapat dicerna. Karbohidrat ini terdiri dari monosakarida, contohnya glukosa dan fruktosa. Disakarida contohnya seperti gula tebu (sukrosa) dan air susu (laktosa). Oligosakarida contohnya sirup pati, roti dan bir mengandung dekstrin kategori polisakarida.
2. Karbohidrat yang tidak dapat dicerna. Karbohidrat yang tidak dapat dicerna misalnya serat pangan, serat kasar dan pati resisten.

Untuk mengetahui kandungan karbohidrat ada beberapa cara analisis yang bisa digunakan diantaranya ujian kuantitatif yang merupakan cara paling mudah dalam menghitung

kandungan karbohidrat secara kasar atau biasa disebut *carbohydrate by difference*. Uji berguna untuk mengetahui kadar karbohidrat yang terkandung di dalam bahan pangan menggunakan rumus berikut:

Perhitungan kandungan karbohidrat basis basah:

$$\% \text{ karbohidrat (wb)} = 100\% - \% (\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$$

Perhitungan kandungan karbohidrat basis kering:

$$\% \text{ karbohidrat (db)} = 100\% - \% (\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu})$$

Rumus tersebut menjelaskan bahwa seluruh komponen yang terdapat di dalam bahan pangan yang terdiri dari karbohidrat, protein, lemak, abu, dan air terhitung total 100%. Sedangkan pada perhitungan secara basis basah seluruh padatan yang terdiri dari protein, lemak, dan abu dianggap terhitung total 100%.

## 1.6 Kadar Vitamin dan Mineral Bahan Pangan

Vitamin merupakan suatu molekul organik yang sangat diperlukan tubuh untuk proses metabolisme dan pertumbuhan yang normal. Vitamin merupakan komponen penting di dalam pangan walaupun terdapat dalam jumlah sedikit. Kandungan vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh tidak dapat secara langsung dibuat di dalam tubuh dalam jumlah yang mencukupi, sehingga perlu diperoleh dari bahan pangan lain untuk memenuhi kebutuhan vitamin. Beberapa vitamin yang dapat diproduksi di dalam tubuh adalah vitamin D yang dibuat dalam kulit apabila kulit dapat memperoleh sinar matahari yang cukup. Vitamin digolongkan ke dalam beberapa kelompok, yaitu:

1. Vitamin yang larut dalam lemak. Seperti: vitamin A, D, E, dan K.
2. Vitamin yang larut dalam air. Seperti: vitamin C dan B.

Satuan dalam menentukan kadar vitamin A dinyatakan dalam Satuan Internasional (SI). Misalnya, untuk menentukan satu SI vitamin A = 0,300 mikrogram vitamin A alcohol atau 0,344 mikrogram vitamin A asetat. Vitamin A hanya terdapat dalam pangan hewani. Di dalam pangan nabati terdapat bakal vitamin A atau karotin. Karotin di dalam pangan merupakan campuran beberapa jenis karotin yang berbeda keaktifan potensinya sebagai bakal vitamin A. Keaktifan karotin dan vitamin A dapat dinyatakan sebagai retinol ekuivalen (RE):

- a. Satu mikrogram karotin total = 0,25 RE
- b. Satu Satuan Internasional vitamin A = 0,30 RE
- c. Satu mikrogram vitamin A = 1,00 RE

Kadar karotin total menunjukkan kadar seluruh karotin yang terdapat di dalam suatu pangan. Keaktifan satu mikrogram karotin total disamakan dengan satu SI vitamin A. Mineral adalah suatu zat gizi anorganik yang merupakan abu bahan biologi yang tersisa setelah pembakaran bahan-bahan organik dari makanan atau jaringan tubuh dalam bentuk ion-ion. Sebagian besar bahan pangan, 96% terdiri dari bahan organik dan air serta sisanya merupakan unsur-unsur mineral.

Mineral dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu:

1. Makro Mineral

Merupakan mineral yang ditemukan dalam jumlah banyak pada tubuh, misalnya Calcium (Ca), Phosphor (P), Kalium (K), Klor (Cl), Magnesium (Mg), dan Sulfur (S).

2. Mikro Mineral

Merupakan mineral yang ditemukan dalam jumlah sedikit di dalam tubuh, tetapi sangat penting dalam proses metabolisme tubuh, misalnya Ferrum (Fe), Cuprum (Cu), Cobalt (Co), Mangan (Mn), Zinc (Zn), Yodium (I), Selenium (Se), dan Fluor (F).

Mineral dalam tubuh berperan sebagai:

1. Pembangun unsur fungsi tubuh *building material*, yaitu sebagai pembentuk tulang dan gigi yang disusun oleh senyawa Ca, P. Sedangkan rambut, kuku, kulit oleh sulfur, dan darah oleh Fe, Ca, Na, P, Cu, serta garam-garaman.
2. Sebagai pengatur proses-proses tubuh yang esensial dalam berbagai reaksi fisik dan kimia metabolisme tubuh atau *body regulator*
3. misalnya keseimbangan asam dan basa oleh, Cl, S, Ca, Na, K, Fe, Mg. keseimbangan cairan oleh Na, K, dan kontraksi otot oleh Na, K, Mg.

Penyebab umum penurunan kadar vitamin dan mineral dalam pengolahan bahan pangan diantaranya akibat:

1. Pemotongan.
2. Pencucian.
3. Penggilingan
4. *Blanching*.
5. penambahan bahan-bahan kimia.

### 1.7 Kadar Senyawa Flavor dan Pigmen

Senyawa flavor merupakan penentu cita rasa pada bahan pangan secara menyeluruh yang terdiri dari rasa, aroma, dan rangsangan saraf trigeminal (sensasi iritasi/panas, dingin, pedas, sepet pada mulut, hidung, dan mata). Bau atau aroma makanan menentukan kelezatan

bahan pangan yang akan dikonsumsi. Aroma lebih banyak bersangkut paut dengan alat pancaindra, yaitu hidung. Aroma dapat tercium apabila berbetuk uap atau molekul-molekul kecil yang terangkat, sehingga dapat tercium oleh hidung. Aroma bahan pangan seperti buah-buahan misalnya dapat merasa kesegarannya disebabkan oleh berbagai ester yang bersifat volatile. Produksi senyawa aroma tersebut meningkat ketika buah-buahan mendekati masa klimakterik. Sedangkan pada aroma tajam yang ditimbulkan seperti bawang-bawangan disebabkan oleh senyawa sulfur.

Dalam industri pengolahan pangan, cita rasa yang menimbulkan aroma bisa pula dihasilkan dari senyawa sintetik yang dapat menimbulkan rasa enak atau disebut juga dengan *flave potentiator* yang digunakan untuk bahan-bahan yang dapat meningkatkan rasa enak atau menekan rasa yang kurang diinginkan pada bahan pangan yang akan diolah. Dapat juga sebagai penambah cita rasa pada bahan yang tidak memiliki aroma atau sedikit memiliki cita rasa.

Mutu sebuah makanan secara keseluruhan sangat bergantung pada faktor cita rasa, tekstur, dan komponen gizi pada bahan pangan yang akan diproses. Sebelum faktor tersebut ada, faktor yang menjadi daya tarik tersendiri bagi makanan yang diproduksi sebagai salah satu kunci agar konsumen mau mencoba dan merasakan makanan yang telah dibuat, yaitu warna. Segala jenis makanan atau bahan pangan yang memiliki nilai gizi tinggi memiliki rasa yang enak dan mempunyai tekstur yang sangat baik, serta tidak akan dapat dirasakan apabila memiliki penampilan warna yang tidak menarik atau tidak sedap dipandang. Pemberian warna atau pigmen dalam bahan makanan berfungsi untuk memberikan kesan daya tarik.

Selain sebagai pengundang daya tarik, warna pada bahan pangan menentukan indikator sebuah bahan yang memiliki kesegaran, kematangan, dan kualitas yang masih baik untuk digunakan atau dimakan. Ciri khusus yang menandakan baiknya sebuah bahan pangan ditandai oleh keseragaman warna yang merata. Warna pada bahan pangan dapat diukur dengan menggunakan alat khusus yang disebut dengan kolorimeter dan spektrofotometer, tetapi alat tersebut biasanya penggunaannya masih terbatas, hanya dapat digunakan untuk bahan pangan yang berbentuk cair atau dapat tembus oleh cahaya seperti pada sari minuman buah-buahan dan lainnya. Sedangkan untuk bahan pangan yang berbentuk padatan dapat diukur dengan menggunakan indikator nilai yang menentukan persentasi warna pada bahan pangan berupa angka-angka.

Ada beberapa faktor yang menentukan sebuah bahan pangan memiliki warna yang bervariasi, yaitu:

1. Pigmen, secara alami terdapat pada bahan pangan hasil tanaman dan hewan seperti warna hijau yang disebabkan oleh klorofil dan jingga yang disebabkan oleh karoten pada tanaman, serta warna merah akibat mioglobin pada daging.
2. Reaksi karamelisasi yang diakibatkan oleh gula yang dipanaskan dan membentuk warna coklat seperti kembang gula, karamel, dan roti dibakar yang menimbulkan warna coklat.
3. Warna gelap, ditimbulkan akibat adanya reaksi maillard, yaitu bersatunya gugus amino protein dengan gugus karbonil gula pereduksi. Seperti susu bubuk yang jika disimpan terlalu lama akan berwarna gelap.
4. Reaksi senyawa organik dengan udara, hal itu yang akan menghasilkan warna hitam atau coklat kegelapan. Reaksi tersebut dipercepat oleh adanya logam serta enzim. Seperti browning yang disebabkan pada buah apel atau kentang yang dipotong permukaannya.
5. Penambahan zat warna, secara alami atau sintetik yang dikelompokkan ke dalam bahan aditif makanan.

Tabel 2.6 Beberapa kestabilan sifat pigmen alami

Jenis pigmen	Jumlah senyawa	Warna	Sumber	Dapat larut dalam	Kestabilan
Antosianin	120	Jingga, merah, biru	Tanaman	Air	Peka perubahan pH panas
Flavonoid	600	Tidak berwarna, kuning	Umumnya tanaman	Air	Tahan panas
Leukoantosianin	20	Tidak berwarna	Tanaman	Air	Tahan panas
Tanin	20	Tidak berwarna, kuning	Tanaman	Air	Tahan panas
Betalain	70	Kuning, merah	Tanaman	Air	Peka terhadap panas
Kuinon	200	Kuning, sampai hitam	Tanaman, bakteri, alga	Air	Tahan panas
Xanton	20	Kuning	Tanaman	Air	Tahan panas
Karatenoid	300	Tidak berwarna, kuning, merah	Tanaman	Lemak	Tahan panas
Klorofil	25	Hijau, coklat	Tanaman	Lemak, air	Peka terhadap panas
Pigmen heme	6	Merah, coklat	Tanaman	Air	Peka terhadap panas

## F. Rangkuman

Air merupakan sumber utama pembentuk struktur bahan pangan, kandungan air sangat menentukan sebuah kualitas bahan yang dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa. Rumus perhitungan kadar air bahan menggunakan metode destilasi, yaitu:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{volume air yang teruapkan (ml)}}{\text{berat sampel awal (g)}} \times 100 \%$$

Pengurangan kadar air bertujuan untuk mengawetkan dan mengurangi volume dan berat jenis pangan. Protein merupakan senyawa kompleks yang terdiri dari asam amino yang

diikat satu sama lain dengan ikatan peptida. Protein memiliki fungsi mengganti jaringan sel-sel yang rusak, membangun dan membentuk jaringan tubuh yang baru, sumber energi panas, untuk sekresi cairan tubuh yang penting, sebagai resistan kekebalan, untuk mengangkut asam lemak bebas, dan osmotik yang normal di antara cairan tubuh. Protein memiliki kandungan asam amino sangat banyak yang dibedakan atas dua kelompok, yaitu asam amino esensial yang meliputi Isoleusin, Leusin, Lisin, Treonin, Triptofan, Valin, Metionin, Histidin, Tirosin, Fenil alanin. Asam amino non esensial, yaitu Alanin, Arginin, Asparagin, Asam aspartat, Sistein, Asam Glutamate, Glutamine, Glisin, Histidin, Isoleusin. Sekelompok senyawa nitrogen yang bahan-bahannya mengandung asam lemak, baik dalam bentuk cair (OILS) atau minyak maupun bentuk padat (FATS) atau lemak. Komponen pembentuk lemak terdiri dari unsur C, H, O. Fungsi lemak, yaitu pembentuk ester kolesterol dan pembentukan phospholipid dalam darah. Tujuan analisis abu yaitu mengetahui adanya kandungan abu yang cukup tinggi, merupakan bagian awal dari analisis untuk mengetahui kandungan mineral, menentukan baik dan tidaknya suatu pengolahan dan untuk mengetahui jenis bahan yang digunakan.

Karbohidrat dalam tumbuhan merupakan hasil dari fotosintesis, tempat klorofil menyerap energi dari matahari dan menyebabkan tanaman mampu membentuk karbohidrat dari CO<sub>2</sub> dan air. Berdasarkan ukurannya, molekul karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan, yaitu monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Fungsi karbohidrat sebagai sumber energi tubuh, pemberi rasa manis, penghemat protein, pengatur metabolisme lemak normal, dan membantu pengeluaran fases. Adapun perhitungan kandungan karbohidrat basis basah dan basis kering yaitu:

$$\% \text{ karbohidrat (wb)} = 100\% - \% (\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$$

$$\% \text{ karbohidrat (db)} = 100\% - \% (\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu})$$

Vitamin merupakan suatu molekul organik untuk proses metabolisme dan pertumbuhan yang normal pada tubuh. Vitamin digolongkan ke dalam beberapa kelompok, yaitu vitamin yang larut dalam lemak (A, D, E, dan K) dan vitamin yang tidak larut dalam lemak (C dan B). Mineral adalah suatu zat gizi anorganik yang merupakan abu bahan biologi, yang tersisa setelah pembakaran bahan-bahan organik dari makanan atau jaringan tubuh dalam bentuk ion-ion. Mineral diklasifikasikan menjadi 2 bagian, yaitu makro mineral (Ca, P, K, Cl, Mg, S), dan mikro mineral (Fe, Cu, Co, Mn, Zn, dan I, Se, F). Mineral ini berfungsi sebagai pembangun unsur fungsi tubuh, sebagai pengatur proses-proses tubuh yang esensial. Senyawa flavour merupakan penentu cita rasa pada bahan pangan yang meliputi pigmen, reaksi karamelisasi, warna, reaksi senyawa organik dengan udara, dan penambahan zat warna. Kandungan abu dalam bahan pangan berhubungan dengan mineral yang terdapat dalam bahan tertentu.

## G. Referensi

1. Effendi, S. (2015). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta.
2. Fellows, P. J. (2016). *Teknologi Pengolahan Pangan Prinsip dan Praktik*. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
3. Fibri, D. L. N. & Santoso, U. 2015. *Analisis Proksimat Bahan Pangan*. Yogyakarta: Citra Aji Pratama.
4. Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2018). *Prinsip Proses & Teknologi Pangan*. Alfabeta.
5. Sobari, E. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi.

## H. Latihan

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

1. Didalam air terdapat beberapa molekul diantaranya monosakarida, berapa atom di dalam monosakarida?
  - a. 6 atau 5 atom
  - b. 6 atau 2 atom
  - c. 5 atau 6 atom
  - d. 2 samapi 10 atom
2. Tujuan dari melakukan analisis kadar air adalah ...
  - a. Kadar air menentukan keawetan bahan
  - b. Kadar air menentukan kualitas bahan pangan
  - c. Kadar air berkaitan dengan nilai ekonomi bahan
  - d. Kadar air berhubungan dengan pemanfaatan bahan
3. Tujuan pengurangan kadar air, yaitu ...
  - a. Mengurangi volume dan berat jenis pangan
  - b. Menghilangkan gizi didalamnya
  - c. Menentukan hilangnya bahan pangan
  - d. Mengurangi kandungan mineral
4. Bahan pangan yang termasuk kedalam oligosakarida adalah ...
  - a. Umbi-umbian
  - b. Sari tebu
  - c. Sereal
  - d. Buah-buahan
5. Yang termasuk ke dalam keberadaan karbohidrat yang tidak dapat dicerna yaitu ...
  - a. Glukosa
  - b. Fruktos
  - c. Serat kasar
  - d. Sukrosa
6. Enzim karbohidrat yang terdapat pada air liur manusia adalah...
  - a. Enzim protease
  - b. Enzim amilase
  - c. Enzim lipase
  - d. Enzim silase



7. Rumus dalam menghitung karbohidrat berbasis basah yaitu ...
  - a. % karbohidrat (wb) = 100% - (lemak + protein + abu + air)
  - b. % karbohidrat (wb) = 100% - (protein + lemak + abu + air)
  - c. % karbohidrat (wb) = 100% - (air + lemak + protein + abu)
  - d. % karbohidrat (wb) = 100% - (abu + lemak + protein + air)
  
8. Total kadar karbohidrat pada ubi jalar yaitu...
  - a. 36,8%
  - b. 77,1%
  - c. 13,5%
  - d. 25,1%
  
9. Berikut ini manakah yang termasuk kandungan protein asam amino non esensial?
  - a. Lisin, alanine, valin,
  - b. Asparagin, glisin, tirosin
  - c. Fenil, alanine, leusin, histidine
  - d. Glisin, alanine, sistein
  
10. Fungsi lemak dalam tubuh adalah ...
  - a. Sumber energi dalam tubuh
  - b. Keseimbangan asam dan basa
  - c. Pembangun unsur fungsi tubuh
  - d. Pembentukan *Phospholipid* dalam darah

#### Latihan Soal Essay

1. Sebutkan tujuan dari penelitian kadar air pada bahan pangan!
2. Sebutkan 3 fungsi karbohidrat pada tubuh!
3. Apa yang dimaksud dengan protein?
4. Sebutkan 4 fungsi pada tubuh!
5. Sebutkan masing-masing senyawa asam amino esensial dan non esensial!
6. Apa yang dimaksud dengan lipida?
7. Sebutkan vitamin yang larut dalam lemak dan vitamin larut air!
8. Jelaskan pengertian makro mineral dan mikro mineral!
9. Sebutkan 5 penyebab umum terjadinya penurunan kadar vitamin dan mineral!
10. Sebutkan tujuan dari analisis kadar abu?

#### **I. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

##### 1. Umpan Balik

Perhatikan komentar yang diberikan oleh dosen/tutor/asisten. Apabila hasil latihan anda telah mencapai minimal 70 maka anda telah dinyatakan menguasai sebagian besar dari kompetensi yang di harapkan dalam bab ini.

##### 2. Tindak Lanjut

Apabila hasil penilaian bab ini telah mencapai minimal 70 maka anda dapat mempelajari Bab 3.

## **BAB 3. KARAKTERISTIK BAHAN PANGAN**

### **A. Kemampuan Akhir yang Direncanakan**

Mahasiswa mampu menganalisis karakteristik bahan pangan

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mahasiswa mampu memahami karakteristik kelompok bahan pangan nabati
2. Mahasiswa mampu memahami karakteristik kelompok bahan pangan hewani

### **C. Deskripsi Singkat Isi Bab**

Bahan pangan adalah segala bentuk bahan makanan yang dapat dimakan dan dikonsumsi serta dimanfaatkan untuk menjadi sebuah produk yang mempunyai nilai jual dan dapat dimakan langsung. Bahan pangan juga dapat diartikan sebagai semua jenis bahan makanan yang ada di alam dan dimanfaatkan oleh manusia untuk mencukupi kebutuhan makan dan sehari-hari. Oleh karena itu, setiap bahan pangan pasti memiliki karakteristik dan ciri yang berbeda pada setiap jenis bahan pangan yang ada untuk memudahkan dan membedakannya. Setiap bahan pangan memiliki karakteristik yang berbeda-beda, maka perlu untuk diketahui setiap perbedaan karakteristik itu untuk mempermudah penanganan dan pengolahan bahan pangan tersebut.

### **D. Relevansi**

Bahan pangan memiliki karakteristik yang sangat beraneka ragam seperti mudah rusak, tebal dan bervolume. Sehingga diperlukan proses penanganan atau pengolahan untuk menghindari kerusakan yang drastis. Oleh karena itu, untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam proses penanganan atau pengolahan bahan pangan maka perlu diketahui karakteristik yang ada pada bahan pangan tersebut.

### **E. Uraian Materi Karakteristik Bahan Pangan**

Kebutuhan manusia akan makanan dapat diperoleh dari berbagai macam jenis sumber bahan pangan, yaitu bersumber dari bahan pangan nabati dan hewani. Akan tetapi tidak seluruh bahan pangan dapat dikonsumsi, ada beberapa bagian yang bisa dimakan dan tidak tergantung dari jenis bahan pangannya. Untuk mengetahuinya, maka perlu memahami terlebih dahulu bagian yang dapat dimakan (b.d.d).

Bagian yang dapat dimakan (b.d.d) menunjukkan persentase bagian yang dapat dimakan dari suatu pangan alami, misalnya b.d.d telur ayam 87%, berarti dari sebutir telur yang beratnya 60 gram, bagian yang dapat dimakan =  $87/100 \times 60 \text{ gram} = 52,2 \text{ gram}$ .

## 1.1 Kelompok Bahan Pangan Nabati

Kelompok bahan pangan yang bersumber dari nabati adalah makanan yang diambil atau hasil dari pertanian. Sebagian besar dari hasil pascapanen pertanian dapat dijadikan sebagai bahan untuk membuat makanan yang dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

### 1.1.1 Hasil Pertanian Tanaman Hortikultura

Tanaman hortikultura merupakan golongan jenis tanaman yang memiliki sifat *perishable* atau mudah rusak jika disimpan dalam jangka waktu yang lama, serta dibutuhkan penanganan yang khusus agar hasil panen dapat bertahan kesegarannya untuk selanjutnya diolah kembali menjadi makanan. Jenis tanaman hortikultura memiliki karakteristik kadar air yang tinggi, memiliki variasi dalam hal genom antara spesies, tipe jaringan, dan kondisi psikologis. Di antara golongan tanaman yang masuk ke dalam kategori tanaman hortikultura, yang umum digunakan sebagai bahan pangan untuk diolah adalah:

#### 1. Sayur-Sayuran

Sayuran merupakan tanaman semusim yang dapat diolah menjadi makanan atau masakan tertentu. Sayuran dapat pula dikonsumsi tanpa melalui proses pemasakan terlebih dahulu atau dengan kata lain dapat dimakan secara mentah. Sayuran jenis tanaman yang dapat dikonsumsi, baik yang diambil dari akar, batang, daun, biji, bunga atau bagian lainnya. Sayuran memiliki banyak sumber vitamin dan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh. Fungsi sayuran untuk meningkatkan metabolisme tubuh agar kinerja tubuh dapat berjalan dengan baik. Di dalam kandungan sayur-sayuran terdapat banyak sekali air, vitamin, mineral, dan zat gizi lainnya. Sayuran yang memiliki kandungan air banyak sekitar 96% terdapat pada sayuran jenis daun-daunan seperti kangkung, bayam, selada, dan lainnya.



Gambar 3.1 Aneka jenis sayur-sayuran

a. Penentuan Saat Panen Sayuran

Panen sayuran biasanya didasarkan atas kriteria tertentu yang tergolong dalam masak komersial, yang mencakup kenampakan dan tingkat perkembangan atau kemasakan yang masih dapat diterima oleh konsumen dikategorikan ke dalam faktor perubahan, di antaranya:

- 1) Perubahan Kenampakan (Visual)
  - a) Perubahan warna
  - b) Perubahan bentuk dan ukuran
  - c) Adanya daun-daun yang menua (*senescence*)
  - d) Tubuh tanaman mengering
  - e) Buah atau biji sudah berkembang penuh
- 2) Perubahan Fisik
  - a) Buah mudah dilepaskan dari tanaman induknya
  - b) Perubahan kekerasan daging buah
  - c) Meningkatnya berat jenis dan padatan terlarut
- 3) Perubahan Kimiawi
  - a) Meningkatnya kandungan gula atau total padatan terlarut
  - b) Menurunnya kandungan asam
  - c) Rasio total padatan terlarut dengan kandungan asam
- 4) Perubahan Fisiologis  
Perubahan fisiologis disebabkan adanya aktivitas yang terjadi pada bahan pangan yang mengalami respirasi dapat meningkatkan kematangan (*ripening*), terutama pada buah dan sayuran
- 5) Komputasi (Perhitungan)
  - a) Menghitung (menjumlahkan) suhu harian mulai sejak benih ditanam sampai komoditas siap dipanen (*degree days* atau *heats unit*)
  - b) Menghitung umur tanaman sejak benih ditanam sampai komoditas siap dipanen

Tabel 3.1 Bagian-bagian organ yang dapat dimanfaatkan

No.	Bagian yang diambil	Jenis tanaman
1.	Daun	Bagian dari tanaman yang berperan dalam proses fotosintesis dan biasanya menempel atau terdapat pada bagian batang tanaman. Contoh: sawi, bayam, kangkung, kubis, dan lainnya
2.	Tangkai	Merupakan bagian yang terdapat pada daun. Sayuran yang dapat dimanfaatkan daun dan tangkainya adalah kangkung, bayam, kemangi, selada, petai, sawi, dan lainnya
3.	Batang	Merupakan bagian tanaman yang berbuku dan beruas. Buku adalah tempat menempelnya daun. Diantaranya rebung, asparagus, kailan, dan lainnya
4.	Umbi/akar	Merupakan bagian dari morfologi tanaman atau tumbuhan tertentu yang berada dalam tanah. Umbi merupakan hasil proses fotosintesis yang terjadi pada bagian batang atau akar yang mengalami pembesaran volume. Di antaranya wortel, kentang, lobak, bawang, dan lainnya

5.	Bunga	Merupakan organ reproduksi untuk perkembangbiakan secara generatif yang biasanya terdiri dari bunga jantan dan betina. Contoh bunga turi, brokoli, bunga kol, dan lainnya
6.	Buah	Merupakan bagian dari tanaman hasil dari penyerbukan dan pembuahan yang terjadi pada organ bunga. Contoh tomat, cabai, terong, labu siam, dan lainnya

## b. Penanganan Bahan Pangan Sayuran

### 1) *Trimming* (Perempelan)

Merupakan teknik menghilangkan atau memotong bagian tanaman yang tidak disukai konsumen atau menyebabkan umur simpan lebih pendek. Perempelan umumnya dilakukan pada sayuran daun, seperti pakchoi, mustard, sawi putih, kubis, dan sayuran akar seperti wortel dan lobak yang dihilangkan daunnya, juga *cauliflower*, terutama jika sayuran tersebut akan dikirim ke pasar yang jaraknya jauh. Perempelan dilakukan untuk membuang bagian sayuran yang rusak, warna berubah atau bentuk yang cacat pada saat panen supaya penampilan tetap bagus.

Perempelan juga mengurangi biaya pengangkutan dan penanganan pascapanen. Perempelan hendaknya dilakukan segera setelah panen sayuran. Bawang bombay, bawang putih dan bawang merah dipanen ketika bagian tribusnya kering, sehingga *trimming*, pada komoditas sayuran ini disebut sebagai *topping* (menghilangkan bagian vegetatif sebelah atas), tidak perlu dilakukan karena kandungan air bulb dan trubus relatif rendah. Akan tetapi apabila panen bawang dilakukan pada saat trubusnya masih hijau, *topping* dilakukan dengan memotong bagian trubus hingga 2-3 cm di atas leher bulb karena bagian trubus yang masih hijau akan mengalami perombakan yang cepat, sehingga akan menimbulkan kondisi yang sesuai bagi berkembangnya mikroorganisme.

### 2) *Curing* (Penyembuhan)

Memberikan kekuatan dan penyembuhan secara cepat pada memar atau luka umbi batang dan umbi akar (*tuber and root*), menutup leher umbi bawang. Setelah panen umbi, *curing* perlu dilakukan untuk membatasi masuknya organisme penyebab busuk ke dalam *tuber* atau *root*. *Curing* ini juga dilakukan untuk meningkatkan pembentukan kulit terluar dengan warna yang baik. *Curing* dapat dilakukan dengan menata umbi untuk diangin-anginkan atau dimasukkan ke dalam kotak atau kantung yang berventilasi selama beberapa hari atau beberapa minggu. Selama *curing* dilakukan, komoditas sayuran jenis ini biasanya mengalami susut berat.

### 3) *Waxing*

Pelapisan lilin dilakukan untuk mengurangi suasana aerobik dalam buah, memberikan perlindungan yang diperlukan terhadap organisme pembusuk atau bahan. Pelapisan lilin atau bahan pangan tertentu seperti buah dan sayuran tujuannya adalah:

- a) Menghambat transpirasi.
- b) Memperbaiki penampilan.
- c) Sebagai *carrier* fungisida, penghambat pertunasan atau menambah warna.
- d) Mengurangi kepekaan terhadap *chilling injury*.
- e) Menghambat pematangan sayuran buah.

*Waxing* merupakan pelapisan lilin tipis pada sayuran. Hanya sayuran yang sudah memiliki kematangan fisiologi dan berkualitas bagus yang diberi pelapis lilin. Pelapisan lilin tidak boleh terlalu tebal atau terlalu tipis. Pelapisan lilin cukup tipis, sehingga pertukaran gas masih memungkinkan terjadi dan cukup tebal pula untuk memperkecil transpirasi. Sayuran yang biasanya diberi pelapis lilin adalah mentimun, cabai, kentang, semangka, labu, terong, tomat, dan wortel.

### 4) *Grading* dan *Sorting*

*Grading* adalah pengelompokan komoditas berdasarkan *grade*-nya. *Grade* adalah satuan penggolongan yang dibuat berdasarkan kriteria kualitas yang didasarkan atas warna, ukuran, bentuk, tingkat kemasakan dan ada atau tidaknya kerusakan pada komoditas. *Grading* dilakukan pada saat panen atau setelah panen.

*Sorting* adalah pemilihan komoditas berdasarkan kriteria yang diperlukan. *Sorting* dilakukan bersamaan atau setelah *grading* dilakukan. Sayuran rusak, luka, terserang penyakit, warna tidak bagus dan cacat lainnya dipisahkan dari sayuran yang baik penampilannya. Tujuan *sorting* untuk memberikan tingkat nilai harga pada sebuah bahan pangan. Pada kegiatan ini bisa dilakukan pencucian buah, sebelum atau sesudah sortasi.

### 5) *Cleaning* (Pembersihan)

Membersihkan sayuran untuk menghilangkan kotoran, benda-benda asing, sisa-sisa tanaman yang menempel pada hasil panen, getah, tanah dan lain-lain serta agar komoditas lebih menarik dan memiliki nilai jual yang tinggi. Membersihkan komoditas sayuran dapat dengan cara mencucinya. Apabila pencucian komoditas tidak dilakukan dengan air mengalir, air harus sering kali diganti untuk mencegah serangan mikroorganisme yang dapat mempercepat penurunan kualitas. Untuk sayuran umbi, cenderung cepat bertunas apabila dicuci, seperti pada kentang dan jahe, sayuran ini harus cepat dikeringkan setelah dicuci. Mencelupkan ke dalam

larutan sodium hipoklorit 100% akan memperkecil terjadinya pembusukan, terutama jika air yang digunakan untuk memcuci tidak mengandung klorin.

Mengelap dengan kain bersih, kering, dan lembut sering kali memberikan hasil yang lebih baik daripada mencucinya dengan air. Cara ini lebih sesuai untuk tomat, melon dan sayuran buah lainnya. Cara lainnya adalah dibersihkan dengan kuas, terutama untuk sayuran buah yang berkulit tebal atau liat, dan dapat pula dibersihkan dengan tangan melalui cara mengambil kotoran yang menempel pada komoditas. *Cleaning* dapat pula dilakukan dengan menyemprotkan udara bertekanan tinggi pada permukaan komoditas.

## 2. Buah-Buahan

Buah merupakan bagian dari tanaman yang berasal dari bunga hasil dari proses reproduksi antara gamet jantan dengan betina yang mengalami pembuahan. Buah dihasilkan dari penyerbukan putik oleh benang sari yang selanjutnya mengalami pembentukan struktur organ generatif yang dapat dimanfaatkan. Di dalam buah terdapat biji yang jika ditanam akan tumbuh dan berkembang menjadi individu baru yang mempunyai sifat seperti kedua induknya.

Tabel 3.2 Perbedaan buah dan sayur

Karakter	Buah	Sayur
Botanis	Berasal dari jaringan bakal buah yang kemudian berkembang menjadi buah/biji yang masak beserta jaringan di sekelilingnya.	Berasal dari berbagai bagian/organ, misalnya sayuran daun (bayam, kangkung, sayuran bunga (brokoli), sayuran batang (seledri), sayuran umbi batang (kentang), sayuran umbi akar (wortel), sayuran biji (jagung), sayurang buah (ketimun, cabai, tomat)
Umur tanaman	Relatif Panjang, ada yang musiman dan tidak	Relatif pendek, sepanjang tahun ada
Fungsi	Bukan digunakan sebagai teman nasi, biasa sebagai <i>dessert</i> seperti pisang, apel dan lainnya. Hanya dimakan dalam bentuk segar	Digunakan sebagai teman nasi, misalnya: kentang kubis, kangkung dan lainnya
Khusus untuk ketimun, cabai, tomat digolongkan ke dalam sayuran, walaupun ketimun secara botanis adalah buah.		

Buah dapat dikelompokkan berdasarkan musim panen yang di bagi ke dalam dua kelompok yaitu;

### a. Buah Tidak Semusim

Buah tidak semusim adalah buah yang keberadaannya sering ditemui di pasaran atau dapat dipanen, dikonsumsi, atau dimanfaatkan sepanjang tahun. Jenis buah yang termasuk kategori ini, yaitu pepaya, apel, belimbing, kelapa, nanas, jambu, pisang, dan lainnya.

## b. Buah Semusim

Buah Semusim adalah buah yang keberadaannya jarang ditemui dan sangat sedikit keberadaannya jika bukan pada musim panennya. Biasanya buah yang masuk ke dalam kategori ini dapat di temukan lebih banyak pada musim-musim tertentu. Di antara jenis buah yang tergolong buah semusim, yaitu mangga, durian, duku, rambutan, jeruk, dan lainnya.

Selain dibedakan berdasarkan musim panennya, buah-buahan juga dipengaruhi oleh proses kematangannya. Buah-buahan yang memiliki tingkat pematang lebih cepat akan mudah rusak struktur gizi di dalamnya dibandingkan dengan buah-buahan yang lebih tahan lama pematangannya. Oleh karena itu, terdapat jenis buah jika dilihat dari kematangannya, yaitu;

- a. Buah klimaterik adalah buah yang apabila diambil dari pohon induknya (panen) akan mengalami pematangan dan pada akhirnya semakin lama akan mengalami pembusukan. Contoh buah yang termasuk jenis ini, yaitu pisang, pepaya, mangga, jambu, apel, dan lainnya.
- b. Buah non klimaterik adalah buah yang jika sudah dilakukan pemanenan akan mengalami pematangan dan pembusukan yang lebih cepat. Contoh buah yang termasuk jenis ini, yaitu nanas, semangka, melon, anggur, jambu air, dan lainnya.



Gambar 4.2 Aneka jenis buah-buahan

Pada dasarnya buah-buahan lebih baik dikonsumsi dalam keadaan segar karena jika dikonsumsi dengan cara itu, kandungan senyawa yang ada dalam daging buah tidak rusak atau hilang akibat pengolahan atau penanganan lainnya. Tetapi berdasarkan kajian diatas tentang karakteristik buah-buahan yang sifatnya mudah busuk akan lebih intensif penanganannya dengan penanganan yang tepat seperti teknologi pengalengan atau pengawetan secara alami agar buah tidak mengalami kerusakan yang lebih cepat dan nutrisi yang terkandung di dalam buah masih dapat diperoleh.

### 1.1.2 Hasil Pertanian Tanaman Pangan

Tanaman pangan merupakan jenis tanaman yang hasilnya memiliki manfaat sebagai sumber energi. Tanaman pangan salah satu bahan pangan yang sangat penting bagi manusia karena tergolong ke dalam bahan pangan pokok sehari-hari. Banyak jenis tanaman pangan yang



sering digunakan sebagai produk olahan, sehingga tanaman pangan digolongkan dalam beberapa kelompok tanaman yang terdiri dari :

### 1. Serealia

Kelompok serealia merupakan jenis tanaman yang masuk ke dalam kategori tanaman biji-bijian yang pada setiap bijinya terkandung karbohidrat atau pati sebagai sumber energi jika di konsumsi. Contoh tanaman serealia:

- a. Padi (*Oryza sativa*)
- b. Gandum (*Triticum spp.*)
- c. Jagung (*Zea mays*)
- d. Sorgum(*Sorghum bicolor*)
- e. Milet putih (*Panicum miliaceum*)
- f. Jawawut(*Setaria italica*)

Tabel 3.3 Nilai gizi pada hasil serealia per 100 gram bahan

Nama bahan	Energi	Protein	Lemak	Karbohidrat	Ca	P	Fe	Vitamin B1	Air	b.d.d
Hasil pascapanen	Kalori	g	g	g	mg	mg	mg	mg	g	%
Beras (putih)	366	7,6	1,0	78,9	59	258	0,8	0,26	11,9	100
Beras (merah)	352	7,3	0,9	76,2	15	257	4,2	0,34	14,6	100
Beras ketan (hitam)	360	8,0	2,3	74,5	10	347	6,2	0,24	13,7	100
Beras ketan (putih)	361	7,4	0,8	78,4	13	157	3,4	0,28	12,9	100
Jagung kuning	366	9,8	7,3	69,1	30	538	2,3	0,12	11,5	100
Jagung muda	147	5,1	0,7	31,5	6	122	1,1	0,24	61,8	100
Gandum (tepung)	333	9,0	1,0	77,2	22	150	1,3	0,10	11,8	100

### 2. Kacang – kacang

Kelompok jenis tanaman kacang-kacangan merupakan sumber energi yang baik bagi tubuh karena mengandung beragam nutrisi penting seperti protein, vitamin, mineral, dan lemak sehat. Contoh tanaman yang tergolong ke dalam jenis kacang-kacangan, yaitu : kacang tanah, kacang kedelai, kacang hijau dan kacang merah. Beberapa jenis kacang lainnya yang memiliki potensi baik untuk kebutuhan nutrisi tubuh dan sudah banyak dikembangkan adalah:

- a. Kacang buncis (*Phaseolus vulgaris*)
- b. Kacang kapri (*Pisum sativum var. saccharatum*)
- c. Kecapir (*Psophocarpus tetragonolobus L.*)
- d. Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata subsp. Unguiculata*)
- e. Kacang Gude (*Cajanus cajan*)
- f. Kacang Bambara/Bogor (*Vigna subterranea*)
- g. Kacang Panjang (*Vigna unguiculata sp. sesquipedalis*)

Tabel 3.4 Nilai gizi pada kacang-kacangan per 100 gram bahan

Nama bahan	Energi	Protein	Lemak	Karbohidrat	Ca	P	Fe	Vitamin B1		b.d.d
								A	B1	
Jenis kacang	Kalori	g	g	g	mg	mg	mg	SI	mg	%
Buncis	35	2,4	0,2	7,7	6,5	4,4	1,1	95	0,08	90
Kapri (muda)	89	6,7	0,4	17,7	22	122	1,9	102	0,34	45
Kapri (panjang)	42	3,3	0,2	9,6	51	85	1,0	21	0,20	80
Kecipir (biji)	405	32,8	17	36,5	80	200	2,0	0	0,03	100
Tunggak	342	22,9	1,4	61,6	77	449	6,5	4	0,92	100
Gude (biji)	336	20,7	1,4	62	125	275	4,0	19	0,48	100
Gude (panjang)	114	7,0	0,6	20,8	3,2	122	1,5	9	0,37	100
Bogor	370	16,0	6,0	65	85	264	4,2	0	0,18	100
Panjang	44	2,7	0,3	7,8	49	437	0,7	50	0,13	75

### 3. Umbi – Umbian

Kelompok umbi-umbian adalah jenis tanaman yang hasilnya diambil dari organ tumbuhan yang mengalami perubahan ukuran dan bentuk atau disebut juga pembengkakan sebagai akibat perubahan fungsinya. Pembengkakan tersebut terjadi pada bagian akar tanaman atau pangkal batang. Contoh tanaman pangan yang tergolong ke dalam jenis umbi-umbian, di antaranya:

- a. Ubi jalar (*Ipomoea batatas*)
- b. Talas bogor (*Colocasia esculenta*)
- c. singkong (*Manihot esculenta*)
- d. kentang (*Solanum tuberosum*)
- e. Ganyong (*Canna edulis*)
- f. Gadung (*Dioscorea hispida*)

Tabel 3.5 Nilai gizi pada umbi-umbian per 100 gram bahan

Nama bahan	Energi	Protein	Lemak	Karbohidrat	Ca	P	Fe	Vitamin B1		b.d.d
								A	B1	
Jenis kacang	Kalori	g	g	g	mg	mg	mg	SI	mg	%
Buncis	35	2,4	0,2	7,7	6,5	4,4	1,1	95	0,08	90
Kapri (muda)	89	6,7	0,4	17,7	22	122	1,9	102	0,34	45
Kapri (panjang)	42	3,3	0,2	9,6	51	85	1,0	21	0,20	80
Kecipir (biji)	405	32,8	17	36,5	80	200	2,0	0	0,03	100
Tunggak	342	22,9	1,4	61,6	77	449	6,5	4	0,92	100
Gude (biji)	336	20,7	1,4	62	125	275	4,0	19	0,48	100
Gude (panjang)	114	7,0	0,6	20,8	3,2	122	1,5	9	0,37	100
Bogor	370	16,0	6,0	65	85	264	4,2	0	0,18	100
Panjang	44	2,7	0,3	7,8	49	437	0,7	50	0,13	75

Keunggulan jenis tanaman pangan dari jenis umbi-umbian merupakan sumber karbohidrat yang murah, sehingga mempunyai peran cukup penting dalam ketahanan pangan pada kondisi pasokan beras yang terus meningkat akibat pertambahan jumlah penduduk. Selain itu, keuntungan lainnya, yaitu:

- a. Mempunyai kandungan karbohidrat yang tinggi sebagai sumber tenaga
- b. Daun ubi kayu dan ubi jalar kaya akan vitamin A dan sumber protein penting
- c. Menghasilkan energi yang lebih banyak per hektar dibandingkan beras dan gandum
- d. Dapat tumbuh di daerah marginal, tempat tanaman lain tidak bisa tumbuh
- e. Sebagai sumber pendapatan petani karena bisa dijual sewaktu-waktu
- f. Dapat disimpan dalam bentuk tepung dan pati

## 1.2 Kelompok Bahan Pangan Hewani

Secara umum bahan pangan merupakan bahan yang memiliki karakteristik *perishable* yang membutuhkan penanganan khusus agar bahan pangan dapat bertahan lama dengan komposisi terjaga. Kemampuan bahan pangan tidak bisa bertahan lama akibat faktor metabolisme yang bekerja terus-menerus, sehingga dapat menyebabkan kualitas bahan pangan termasuk komposisi di dalamnya menjadi rusak. Produk yang sangat sering mengalami kerusakan, yaitu pada bahan pangan hewani. Banyak sekali macam dan jenis bahan pangan yang berasal dari hewan yang digolongkan berdasarkan pada hasil yang diperoleh dari peternakan dan perikanan yang dijelaskan di bawah ini.

### 1.2.1 Hasil Peternakan

Bahan pangan yang dijadikan makanan dapat diperoleh dari hasil peternakan. Bahan pangan yang diperoleh dari hasil peternakan meliputi berbagai macam jenis hewan ternak, yaitu sapi, kambing, ayam, unggas, ikan, dan lainnya. Hasil yang diperoleh dari hewan yang dapat dimanfaatkan diantaranya daging, kulit, organ dalam, tulang lunak, susu, telur, dan lain sebagainya tergantung kebutuhan industri makanan yang membutuhkan atau selera konsumen yang menginginkannya.

#### 1. Daging

Daging merupakan bagian dari organ luar setelah kulit yang tersusun atas serabut-serabut otot sejajar dan terikat bersama-sama oleh satu jaringan ikat. Jaringan ikat memiliki fungsi sebagai pengikat bagian-bagian daging serta mempersatukannya pada tulang. Daging dimanfaatkan dan digunakan sebagai bahan pangan untuk dijadikan makanan atau produk olahan lain. Daging memiliki gizi dan senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia, sehingga daging menjadi salah satu sumber protein, lemak, air yang tinggi, serta kalori dan senyawa lainnya yang penting dan digunakan sebagai asupan makanan.

Di dunia kuliner, daging yang digunakan tergantung dari jenis dan bagian tertentu. Daging sapi memiliki istilah berdasarkan umur potong, yaitu:

- a. *Veal* adalah sapi yang dipotong pada umur 3-14 minggu dengan warna daging sangat terang
- b. *Calf* atau sapi muda yang disembelih pada umur 14-52 minggu.
- c. *Beef* adalah daging sapi biasa yang berumur lebih dari satu tahun. Umumnya daging sapi di pasaran disebut *Beef*.

Berdasarkan umur, jenis kelamin, dan kondisi seksual, maka daging sapi (*beef*) dapat berasal dari:

- a. *Steer* adalah sapi jantan yang dikastrasi sebelum mencapai dewasa kelamin
- b. *Heifer* adalah sapi betina yang belum dewasa (belum pernah melahirkan *calf*)
- c. *Cow* adalah sapi betina dewasa yang pernah melahirkan sapi muda
- d. *Bull* adalah sapi jantan yang digunakan sebagai pejantan
- e. *Stag* adalah sapi jantan yang telah dikastrasi setelah mencapai kedewasaan.

Sedangkan pada daging unggas yang menitikberatkan pada daging ayam memiliki karakteristik umur yang mengaruhi bobot daging ayam, yaitu:

- a. Ayam ras dipotong umumnya berumur 8-10 minggu dengan berat sekitar 1,4-1,7 kg
- b. Ayam kereman pada umur 3-5 minggu berbobot 350-900 gram
- c. Ayam lokal pada umur 20 minggu berbobot 1.718 gram
- d. Ayam *culling* berbobot 1,8-2,1 untuk tipe ringan dan 2,8 kg untuk tipe dwiguna.

## 2. Susu

Hasil peternakan atau ternak bukan hanya pada pemanfaatan bahan baku dagingnya saja, tetapi hewan ternak dapat dimanfaatkan dari hasil produksinya yang lain seperti susu. Susu merupakan emulsi lemak dalam air yang mengandung mineral, gula, dan protein. Susu banyak jenisnya dan selalu dijadikan sebagai bahan pangan. Di antaranya susu yang dihasilkan oleh hewan ternak sapi yang secara umum sudah sering digunakan sebagai salah satu bahan pangan yang memiliki sumber protein dan lemak yang berguna untuk pertumbuhan dan perkembangan tubuh.

Sedangkan saat ini yang sedang berkembang adalah konsumsi susu kambing, dengan mengkonsumsi susu kambing dapat mencegah timbulnya penyakit yang mengganggu kesehatan manusia seperti alergi, asma, dan lainnya karena susu kambing tidak mengandung beta-lactoglobulin sebagai pemicu reaksi alergi. Keunggulan lainnya kandungan lemaknya yang mencapai 3,6% lebih rendah daripada susu sapi.

### 3. Telur

Telur dapat didefinisikan sebagai zigot yang dihasilkan melalui fertilisasi sel telur yang dibuahi selanjutnya menjadi embrio. Telur memiliki bentuk bulat oval yang tersusun cangkang berpori-pori menyelimuti seluruh embrio yang berfungsi menjaga dan memelihara embrio agar tidak terkontaminasi. Telur dihasilkan oleh hewan ternak unggas seperti ayam, bebek, angsa, dan burung. Sebagai bahan pangan hewani, telur mempunyai kandungan gizi yang cukup baik dan lengkap, seperti karbohidrat, protein dan delapan macam asam amino, sehingga berguna bagi tubuh. Di dalam telur mengandung protein dan omega-3 cukup banyak yang dapat digunakan untuk membantu masa pertumbuhan dan otak.

#### 1.2.2 Hasil Perikanan

Bahan pangan hewani selain hasil ternak, ada pula sumber bahan pangan yang diambil dari hasil perikanan. Ikan merupakan salah satu bahan pangan yang mempunyai banyak manfaat bagi kesehatan manusia. Hal itu dipertegas oleh UU No. 45 Tahun 2009 yang menjelaskan bahwa pengertian ikan adalah segala jenis organisme yang seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya berada di dalam lingkungan perairan. Tetapi di negara Indonesia yang merupakan negara yang memiliki perairan luas dapat dikategorikan ikan berdasarkan lingkungan tempat hidupnya dan jenis ikan itu sendiri.

Secara umum perairan tempat kehidupan ikan terdiri dari laut, tawar, dan payau. Dari ketiga lingkungan tersebut dibagi menjadi beberapa kelompok hasil perairan/perikanan, yaitu:

1. Ikan bersirip antara lain tuna, nila, dan bawal (*Pisces*).
2. Udang, rajungan, kepiting, dan sebangsanya (*Crustacea*).
3. Kerang, titam, cumi-cumi, gurita, siput, dan sebangsanya (*Mollusca*).
4. Ubur-ubur dan sebangsanya (*Coelenterata*).
5. Teripang, bulu babi, dan sebangsanya (*Echinodermata*).
6. Kodok dan sebangsanya (*Amphibia*).
7. Buaya, penyu, kura-kura, biawak, ular air, dan sebangsanya (*Reptilia*).
8. Paus, lumba-lumba, pesut, duyung, dan sebangsanya (*Mammalia*).
9. Rumput laut dan tumbuh-tumbuhan lain yang hidupnya dalam air (*Algae*).
10. Biota perairan lainnya yang ada kaitannya dengan jenis-jenis di atas, termasuk ikan.

Ikan merupakan salah satu bahan pangan yang mempunyai komposisi gizi yang cukup lengkap. Ikan merupakan sumber asam amino esensial, asam lemak tidak jenuh, dan asam lemak omega 3. Komponen tersebut mempunyai manfaat mencegah penyumbatan pembuluh

darah (*arteriosclerosis*) dan meningkatkan perkembangan otak. Ikan air tawar kaya kandungan karbohidrat dan protein, sedangkan ikan laut lebih kaya kandungan lemak, vitamin, dan mineral. Pada umumnya ikan dan produk perikanan merupakan bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan (*perishable food*).

#### 1. Ikan Air Tawar

Ikan air tawar adalah ikan yang menghabiskan sebagian atau seluruh hidupnya di air tawar atau yang memiliki kadar garamnya lebih rendah. Banyak jenis ikan air tawar yang sering digunakan untuk konsumsi manusia. Biasanya ikan air tawar hidup di jenis perairan seperti sungai, kolam, waduk, atau danau.

#### 2. Ikan Air Laut

Berbeda dengan jenis ikan air tawar yang menghendaki lingkungan hidup dengan kadar garam yang lebih rendah daripada kadar garam dalam cairan tubuhnya, pada jenis ikan laut dapat menyesuaikan diri terhadap lingkungan yang memiliki kadar garam yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar garam dalam cairan tubuhnya. Mandaat ikan diantaranya adalah:

- a. Mengurangi risiko kanker ginjal.
- b. Mengurangi diabetes pada anak.
- c. Memperkuat tulang dan kuku.
- d. Mengurangi risiko penyakit kronis.
- e. Mengurangi kesehatan pada mental anak.
- f. Mengurangi risiko kelahiran prematur pada bayi.
- g. Mengurangi risiko asma pada anak.
- h. Minyak ikan mencegah penyakit kanker kulit, dan lainnya.

### **F. Rangkuman**

Bahan pangan adalah segala bentuk bahan makanan yang dapat dimakan dan dikonsumsi serta dimanfaatkan untuk menjadi sebuah produk yang mempunyai nilai jual dan dapat dimakan langsung. Bahan pangan juga dapat diartikan sebagai semua jenis bahan makanan yang ada di alam dan dimanfaatkan oleh manusia untuk mencukupi kebutuhan makan sehari-hari. Oleh karena itu, setiap bahan pangan pasti memiliki karakteristik dan ciri yang berbeda pada setiap jenis bahan pangan yang ada untuk memudahkan dan membedakannya. Setiap bahan pangan memiliki karakteristik yang berbeda-beda, maka perlu untuk diketahui setiap perbedaan karakteristik itu untuk mempermudah penanganan dan pengolahan bahan pangan tersebut.

Selain itu, bahan pangan dapat digolongkan menjadi beberapa jenis bahan pangan yang memiliki karakteristik dan juga cara penanganan yang berbeda-beda, sehingga kita perlu mengetahui setiap bahan pangan dan juga karakteristiknya akan memudahkan pada saat pengolahan maupun penanganan setiap bahan pangan. Jenis bahan pangan dibedakan berdasarkan karakteristik dan juga kandungan gizinya seperti tanaman pangan, tanaman hortikultura, perkebunan, kacang-kacangan, sereal, susu, telur, daging, ikan, dan masih banyak lagi bahan pangan lainnya yang memiliki karakteristik berbeda dan juga cara penanganan yang berbeda pula. Untuk memudahkan membedakan jenis bahan pangan berdasarkan cara penanganannya, bahan pangan dibagi menjadi dua kelompok bahan pangan besar seperti bahan pangan nabati dan bahan pangan hewani.

Bahan pangan nabati adalah segala bahan pangan yang berasal dari alam dan tumbuh-tumbuhan yang dapat menghasilkan bahan pangan dan memiliki tingkat kesegaran yang relatif singkat, mudah untuk busuk ataupun rusak dikarenakan kandungan airnya masih tinggi. Bahan pangan nabati memerlukan penanganan khusus. Tanaman hortikultura merupakan bahan pangan yang memiliki kandungan air cukup tinggi dikarenakan kebanyakan tanaman hortikultura didominasi oleh sayuran dan buah-buahan yang mempunyai kadar air tinggi, sehingga membuat bahan pangan ini mudah rusak dan juga membusuk jika tidak dilakukan penanganan khusus berdasarkan setiap jenis bahan pangan tersebut. Sayuran adalah bahan pangan yang banyak mengandung vitamin dan juga serat yang sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk menangkal radikal bebas yang ada dalam tubuh manusia. Oleh sebab itu, perlunya penanganan khusus pada sayuran agar kesegaran dan kualitasnya tetap terjaga, sehingga kandungan gizinya benar-benar dapat kita rasakan dampak dan pengaruhnya. Untuk buah-buahan juga hampir sama dengan sayuran, yaitu kendala paling banyak dialami adalah kesegaran dan kualitasnya yang selalu menurun setelah dipanen. Oleh karena itu, perlu ada penanganan khusus seperti perlakuan dengan metode *curing*, *waxing*, *trimming*, *cleaning*, *grading*, dan *sorting*. Metode penanganan bahan pangan ini bertujuan untuk memperpanjang umur simpan bahan pangan dan juga menjaga kesegaran dari bahan pangan itu sendiri, sehingga proses kerusakan dan pembusukan dapat diminimalisasi.

Sereal dan kacang-kacangan merupakan tanaman pangan yang termasuk ke dalam jenis bahan pangan nabati berasal dari alam dan tumbuh-tumbuhan yang dimanfaatkan buah, daun, batang, bunga, daunnya untuk dikonsumsi dan dapat memenuhi kebutuhan manusia. Namun, berbeda dengan tanaman pangan, yaitu tanaman atau hasil pertanian yang memiliki kandungan karbohidrat dan juga patinya sangat tinggi karena tanaman pangan biasanya menjadi sumber energi harian manusia karena kandungan karbohidratnya tinggi. Untuk sereal

dan kacang-kacangan merupakan komoditas pertanian yang memiliki kandungan air cukup tinggi, sehingga sangat mudah mengalami kerusakan. Dilakukan proses penurunan kadar air dalam bahan pangan dengan cara pengeringan hingga kadar air tertentu, yang bertujuan untuk memperpanjang umur simpan bahan pangan tersebut.

Bahan pangan hewani terdiri dari berbagai hasil perikanan, peternakan, dan juga dari hasil peternakan lainnya misalnya telur dan juga susu yang menjadi salah satu produk unggulan bahan pangan hewani. Bahan pangan hewani memiliki tingkat kerusakan yang cukup tinggi karena kandungan protein pada setiap bahan pangan hewani cukup tinggi dan sangat memudahkan terjadinya proses kerusakan dengan cara pembusukan. Seperti halnya daging merupakan bahan pangan hewani yang berasal dari jaringan atau serabut hewan yang berada di bagian paling luar setelah kulit ini merupakan bahan pangan yang sangat mudah rusak dikarenakan kandungan proteinnya tinggi dan memungkinkan mikroorganisme dapat berkembang biak dengan cepat pada daging. Selain itu, ada juga susu yang merupakan hasil sekresi kelenjar mamalia yang berwarna putih dan sangat digemari oleh manusia ini merupakan bahan pangan yang mudah sekali rusak, bagaimana tidak sebagian besar kandungan susu adalah air, dengan air merupakan tempat berkembangnya mikroorganisme yang dapat merusak susu sehingga memerlukan penanganan khusus agar kesegaran susu dapat terjaga dengan cara dilakukan pemanasan terlebih dahulu supaya susu lebih tahan lama. Setiap bahan pangan memiliki penanganan yang berbeda tergantung jenis dan karakteristiknya.

## **G. Referensi**

1. Effendi, S. (2015). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta.
2. Fellows, P. J. (2016). *Teknologi Pengolahan Pangan Prinsip dan Praktik*. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
3. Fibri, D. L. N. & Santoso, U. (2015). *Analisis Proksimat Bahan Pangan*. Yogyakarta: Citra Aji Pratama.
4. Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2018). *Prinsip Proses & Teknologi Pangan*. Alfabeta.
5. Sobari, E. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi.

## **H. Latihan**

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

1. Tanaman hortikultura merupakan golongan jenis tanaman yang memiliki sifat ...
  - a. Perishable
  - b. Preshable
  - c. Irreversible
  - d. Revelsible



2. Yang merupakan perubahan kimiawi pada sayuran adalah ...
  - a. Perubahan warna.
  - b. Perubahan kekerasan daging buah
  - c. Tubuh tanaman mengering
  - d. Meningkatnya kandungan gula atau total padatan terlarut
  
3. Sayuran yang dimanfaatkan buahnya adalah ...
  - a. Lobak
  - b. Apel
  - c. Tomat
  - d. Wortel
  
4. Berikut ini adalah cara membersihkan komoditas sayuran dengan tepat, kecuali ...
  - a. Menyemprotkan udara dengan tekanan tinggi pada permukaan komoditas
  - b. Merendam sayuran dalam air dengan jangka waktu yang lama
  - c. Mengelap dengan kain yang bersih, kering, dan lembut
  - d. Mencelupkan ke dalam larutan sodium hipoklorit 100%
  
5. Menghilangkan bagian vegetatif bagian atas disebut ...
  - a. Curing
  - b. Waxing
  - c. Topping
  - d. Grading
  
6. Tujuan dari sortasi adalah ...
  - a. Untuk menggolongkan bahan pangan berdasarkan ukurannya
  - b. Untuk menggolongkan bahan pangan berdasarkan warnanya
  - c. Untuk memberikan tingkat nilai harga pada sebuah bahan pangan
  - d. Untuk menggolongkan bahan pangan berdasarkan ada atau tidaknya kerusakan
  
7. Berikut ini merupakan manfaat ikan, kecuali ...
  - a. Mengurangi diabetes pada anak
  - b. Mengurangi kolesterol pada tubuh
  - c. Mengurangi risiko penyakit kronis
  - d. Memperkuat tulang dan kuku
  
8. Kandungan gizi yang paling tinggi pada wortel adalah ....
  - a. Serat
  - b. Lemak tak jenuh ganda
  - c. Kolesterol
  - d. Karbohidrat

9. Protein dan omega 3 dalam telur berfungsi untuk ...
  - a. Membantu mengurangi kadar gula darah
  - b. Menurunkan darah tinggi
  - c. Membantu masa pertumbuhan tubuh dan otak
  - d. Menurunkan berat badan
  
10. Berikut ini adalah buah yang tidak semusim, kecuali ...
  - a. Nanas
  - b. Pisang
  - c. Apel
  - d. Duku

#### Latihan Soal Essay

1. Sebutkan faktor-faktor perubahan untuk penentuan panen sayuran!
2. Jelaskan penanganan sayuran menggunakan metode *trimming*, *waxing*, dan *cleaning*!
3. Apa metode tepat bagi penanganan sayuran umbi? Bagaimana metode tersebut bekerja?
4. Apa itu buah-buahan klimaterik? Sebutkan 5 contoh buah klimaterik!
5. Apa yang dimaksud dengan buah non klimaterik? Sebutkan 5 buah non klimaterik!
6. Apa yang Anda ketahui mengenai sereal? Berikan 5 contoh tanaman sereal!
7. Jelaskan istilah daging sapi berdasarkan umur potong!
8. Jelaskan apa yang Anda ketahui tentang pengertian ikan!
9. Sebutkan manfaat mengonsumsi ikan!
10. Apa yang Anda ketahui mengenai daging sebagai bahan pangan hewani?

#### **I. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

##### 1. Umpan Balik

Perhatikan komentar yang diberikan oleh dosen/tutor/asisten. Apabila hasil latihan anda telah mencapai minimal 70 maka anda telah dinyatakan menguasai sebagian besar dari kompetensi yang di harapkan dalam bab ini.

##### 2. Tindak Lanjut

Apabila hasil penilaian bab ini telah mencapai minimal 70 maka anda dapat mempelajari Bab 4.

## **BAB 4. FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KERUSAKAN BAHAN PANGAN**

### **A. Kemampuan Akhir yang Direncanakan**

Mahasiswa mampu menganalisis faktor-faktor penyebab kerusakan bahan pangan

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mahasiswa mampu menganalisis pengaruh aktivitas mikroba pada kerusakan bahan pangan
2. Mahasiswa mampu menganalisis pengaruh enzim pada kerusakan bahan pangan
3. Mahasiswa mampu menganalisis pengaruh serangga dan parasit pada kerusakan bahan pangan
4. Mahasiswa mampu menganalisis pengaruh suhu pada kerusakan bahan pangan
5. Mahasiswa mampu menganalisis pengaruh kadar air pada kerusakan bahan pangan
6. Mahasiswa mampu menganalisis pengaruh oksigen pada kerusakan bahan pangan
7. Mahasiswa mampu menganalisis pengaruh cahaya pada kerusakan bahan pangan
8. Mahasiswa mampu menganalisis pengaruh waktu penyimpanan pada kerusakan bahan pangan

### **C. Deskripsi Singkat Isi Bab**

Bahan pangan yang mengalami perubahan tidak normal dan perubahan dari biasanya berarti bahan pangan tersebut telah mengalami kerusakan hal itu disebabkan oleh bahan pangan yang semenjak diambil dipetik dipanen dan dipotong akan mengalami penurunan kualitas dan kesegaran banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya kerusakan bahan pangan diantaranya: aktivitas mikroba, enzim, serangga dan parasite, suhu, kadar air, oksigen, cahaya serta waktu penyimpanan.

### **D. Relevansi**

Kerusakan pada bahan pangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat terjadi pada saat panen dan pasca panen. Sehingga untuk dapat mengurangi dan mencegah proses kerusakan bahan pangan kita perlu memahami karakteristik bahan pangan tersebut dan faktor-faktor apa saja yang dapat mempercepat kerusakan bahan pangan.

### **E. Uraian Materi Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Bahan Pangan**

Bahan pangan yang mengalami perubahan tidak normal dan perubahan dari biasanya berarti bahan pangan tersebut telah mengalami kerusakan. Hal itu disebabkan bahan pangan yang semenjak diambil dipetik dipanen dan dipotong akan mengalami penurunan kualitas dan kesegaran. Berdasarkan cepat atau lambatnya suatu bahan mengalami kerusakan dapat dibagi menjadi beberapa kategori yaitu *perishable*, *semi-perishable* dan *non perishable*. *Perishable*

merupakan bahan pangan yang jika disimpan dengan cepat akan mengalami kerusakan dalam jangka waktu dekat. *Semi-perishable* bahan pangan yang disimpan pada waktu tertentu akan mengalami kerusakan dengan sendirinya. Sedangkan *non-perishable* karakteristik bahan pangan yang memiliki masa simpan yang cukup panjang akan tetapi lambat laun akan mengalami kerusakan dan penurunan kualitas. Banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya kerusakan bahan pangan diantaranya:

### 1.1 Aktivitas Mikroba

Kerusakan bahan pangan akibat aktivitas mikroba sangat sering terjadi pada bahan pangan hal itu dikarenakan hampir sebagian besar bahan memiliki kandungan air bahan yang cukup banyak dan menyebabkan mudah tumbuhnya mikroba perusak yang tumbuh dan berkembang seperti kapang, bakteri dan khamir. Bukan hanya itu saja pada bahan pangan yang mengalami kelembaban ideal bisa mengundang tumbuhnya mikroba untuk hidup karena kondisi seperti itu menjadi salah satu tempat cocok bagi mikroba untuk berkembang. Mikroba seperti kapang dapat menyerang bahan pangan yang banyak mengandung pektin, pati dan selulosa, sedangkan mikroba khamir dapat hidup pada bahan pangan yang banyak mengandung gula atau glukosa.

Tabel 4.1 Ketahanan waktu simpan berbagai jenis bahan pangan

Jenis bahan pangan	Ketahanan waktu simpan (21°C) (Hari)
Daging kondisi segar	1-2
Ikan kondisi segar	1-2
Unggas	1-2
Daging dan ikan dikeringkan (asin atau diasap)	350 atau lebih
Buah-buahan kondisi segar	1-7
Buah-buahan kondisi kering	360 atau lebih
Macam-macam sayur daun	1-2
Macam-macam umbi-umbian	7-20
Macam-macam biji-bijian kering	360 atau lebih

Kerusakan bahan pangan yang disebabkan oleh mikroba dapat ditandai dengan ciri-ciri khusus dan tampak jelas dapat dirasakan oleh panca indra manusia. Jenis kerusakan secara biologis yang disebabkan mikroba pada makanan ditandai dengan timbulnya kapak kebusukan lendir terjadinya perubahan warna pada bagian bahan pangan dan berjamur. Kerusakannya dengan cara menghidrolisis atau mending generasi makromolekul Yang menyusun bahan pangan tersebut seperti karbohidrat protein dan lemak menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil. Kerusakan akibat mikroba tidak hanya terjadi pada bahan pangan yang masih mentah tetapi dapat pula menyerang bahan hasil olahan seperti makanan yang sudah ada dalam kemasan

kaleng plastik kertas botol dan lainnya. Perkembangan dan pertumbuhan aktivitas mikroba akan jauh lebih cepat jika selama proses penanganan bahan olahan makanan tidak ditunjang dengan prosedur pengolahan makanan yang steril dan higienis.

## 1.2 Enzim

Enzim adalah molekul polimer yang tersusun dari serangkaian asam amino dalam komposisi dan susunan rangkaian yang tersusun teratur dan tetap. Enzim memegang peranan penting dalam berbagai protein, enzim diproduksi dan digunakan oleh sel hidup untuk mengetahui reaksi antara lain konversi energi dan metabolisme pertahanan sel. Enzim digunakan untuk menghasilkan produk bioteknologi dalam industri pangan dan biokatalisator organik pada bidang pertanian. Pada industri makanan hanya sebagian kecil yang bisa dimanfaatkan untuk membantu pengolahan makanan. Sebagian lainnya menyebabkan ketidaksesuaian kondisi reaksi enzim, ketidakstabilan enzim selama pengolahan. Pada industri pangan, enzim berperan sangat penting baik untuk produk pangan tradisional maupun desain produk pangan yang baru. Sebelum dikenalnya teknologi modern, pemanfaatan enzim sudah dilakukan dengan tidak sengaja. Misalnya pada proses pengolahan minuman beralkohol dan keju. Beberapa keuntungan penggunaan enzim dalam pengolahan pangan aman terhadap kesehatan karena berasal dari bahan alami, mengatalis reaksi yang sangat spesifik tanpa efek samping, aktif pada konsentrasi yang rendah dan dapat digunakan sebagai indikator kesesuaian pengolahan.

Kebanyakan enzim yang ada dalam bahan pangan hasil pertanian dihasilkan oleh sel hidup, baik hewani maupun nabati, sehingga enzim juga dapat menimbulkan reaksi-reaksi fermentasi, ketengikan serta pembusukan pada bahan pangan jika reaksinya tidak dihentikan. Selain memberikan manfaat, aktivitas enzim dapat juga merugikan terhadap kualitas bahan pangan jika keberadaannya dibiarkan begitu saja karena prinsipnya sebagai katalisator.

Enzim merupakan katalisator protein yang mengatur kecepatan berlangsungnya berbagai proses fisiologis. Kerusakan fisiologis meliputi kerusakan yang disebabkan oleh reaksi-reaksi metabolisme dalam bahan atau oleh enzim-enzim yang terdapat di dalamnya secara alami, sehingga terjadi proses autolisis yang menyebabkan terjadinya kerusakan dan pembusukan. Enzim yang ada dalam bahan pangan perlu dinonaktifkan agar tidak menurunkan kualitas sebuah bahan pangan, yaitu dengan cara pemberian suhu tinggi atau rendah, pemberian zat kimia dan perlakuan pengolahan lainnya yang mampu menghambat reaksi enzim untuk terus bekerja atau mengkatalisator senyawa-senyawa yang ada pada bahan pangan.

Tabel 4.2 jenis-jenis enzim dalam bahan pangan

Jenis Enzim	Substrat	Hasil Akhir	pH
Lipase	Gliserida (lemak)	Gliserol, asam lemak	5,0 – 8,6
Fosfatase (lechinase)	Lechitin	Kholine, H <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> , lemak	3,0-10,0
Invertase	Sukrosa	Glukosa, fruktosa	4,6-7,2
Maltase	Maltosa	Glukosa	4,5-7,2
Selobiase	Selobiosa	Glukosa	-
Laktase	Laktosa	Glukosa, galaktosa	-
Amilase	Pati	Dekstrin, maltosa	4,0-7,0
Selulase	Selulose	Selobiosa, glukosa	3,5
Proteinase	Protein	Polipeptida, dipeptide	1,5-10,5
Peptidase	Protein (peptide)	Asam amino	6,0-7,4
Urease	Urea	CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub>	7,0
Asparaginase	Asparagin	Asam aspaptat, NH <sub>3</sub>	-
Deaminase	Asam amino	NH <sub>3</sub> , asam organik	-

### 1.3 Serangga dan Parasit

Kerusakan bahan pangan yang ditimbulkan bukan saja akibat dari mikroorganismenya pembusuk tetapi kerusakan tersebut dapat disebabkan oleh serangga dan parasit yang menyerang bahan pangan. Salah satunya pada komoditas buah-buahan, kerusakan yang bisa terjadi akibat serangga yaitu gigitan dan tusukan yang membawa mikroba dari luar atau akibat gigitan dan tusukan tersebut buah menjadi terkontaminasi sehingga kualitas buah mulai rusak. Pada bahan pangan serealisa misalnya beras yang disimpan lama di gudang menyebabkan beras mengalami kelembaban, mengundang kutu dan serangan serangga lainnya untuk menetap serta hidup dalam beras. Di seluruh dunia kerusakan bahan pangan akibat serangga mencapai 10% dari hasil panen yang diperoleh, hal ini menunjukkan bahwa keberadaan serangga menjadi faktor kerusakan yang merugikan. Bukan hanya itu, keberadaan parasit dapat menurunkan kualitas bahan pangan seperti akibat dihindangi serangga di dalam makanan sebelum dan setelah pengolahan, misalnya lalat membawa mikroba pembusuk atau menyimpan telur-telurnya, hal ini dapat mengancam kesehatan manusia.

### 1.4 Suhu

Suhu memiliki peranan penting dalam menjaga keutuhan dan daya simpan bahan pangan, baik sebelum atau setelah dilakukan pengolahan karena perlakuan suhu dapat mempengaruhi aktivitas enzimatik, bakterial, kimiawi dan biokimia pada bahan pangan. Pengaruh tersebut yang menyebabkan perubahan pada rasa, tekstur dan aroma bahan pangan. Pemberian suhu pada bahan pangan digolongkan menjadi dua bagian, yaitu pemberian suhu tinggi dan pemberian suhu rendah.

Pemberian suhu rendah dapat dibagi dalam dua kategori yaitu *chilling* adalah suatu penyimpanan bahan pangan pada suhu diatas titik beku dengan suhu berkisar 2<sup>o</sup>C sampai 5<sup>o</sup>C. Cara ini hanya dapat menunda kerusakan dan pembusukan makanan selama hitungan hari hingga minggu tergantung pada jenis bahannya, misalnya sayuran daun, umbi-umbian, sayuran batang, biji-bijian, ikan dan lainnya. *Chiling* ditujukan untuk penyimpanan jangka pendek saja. Freezing (pembekuan) adalah penyimpanan bahan pangan pada suhu dibawah titik beku 0<sup>o</sup>C. Selama pembekuan, air yang ada pada bahan pangan akan berubah menjadi kristal-kristal es, sehingga menurunkan aktivitas air dan menaikkan konsentrasi padatan. Proses ini mampu menahan kecepatan reaksi kimia dan enzimatis, serta pertumbuhan dan metabolisme mikroba misalnya bahan pangan yang sering menggunakan proses *freezing*, yaitu daging-dagingan dan ikan yang dapat disimpan pada kondisi suhu -17<sup>o</sup>C sampai -40<sup>o</sup>C yang dapat bertahan selama 2 bulan.

### **1.5 Kadar Air**

Kadar air dalam bahan pangan mempengaruhi umur simpan dan kualitas bahan. Semakin tinggi kadar air yang terkandung di dalam bahan pangan, semakin besar kemungkinan laju percepatan kerusakan pada bahan pangan. Hal tersebut perlu diantisipasi biasanya dengan memberikan perlakuan seperti pengurangan kadar air dengan cara pengeringan atau dengan pengawetan agar pada air dapat dikurangi. Selain itu, bahan yang memiliki kadar air yang tinggi cenderung lebih cepat mengalami pembusukan akibat aktivitas air yang berlebihan dan merusak senyawa-senyawa pada bahan pangan.

Kandungan air bahan yang tinggi merupakan lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme yang bisa menurunkan kualitas bahan. Hal itu disebabkan kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi udara di sekitarnya. Apabila kadar air bahan rendah sedangkan RH disekitarnya tinggi, maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga kadar air bahan menjadi lebih tinggi. Bahan pangan yang memiliki kadar air tinggi diantaranya dari jenis sayur-sayuran, buah-buahan, daging dan ikan.

### **1.6 Oksigen**

Oksigen di bumi sangat melimpah dan merupakan sumber utama keberlangsungan manusia akan tetapi keberadaan oksigen di bumi berpengaruh terhadap kualitas suatu bahan pangan. Oksigen dapat merusak komponen senyawa dalam bahan pangan seperti vitamin, perubahan warna bahan pangan, flavor dan kandungan lain melalui oksigen, mikroorganisme

seperti kapang dapat berkembang dengan baik. Jika seperti itu, maka akan mengganggu kualitas suatu bahan pangan. Tidak heran jika dalam pengemasan bahan hasil pengolahan makanan selalu dilakukan perlakuan vakum untuk menghilangkan kadar udara yang ada dalam kemasan. Hal ini dimaksudkan agar kondisi di dalam kemasan tidak menjadi lembab dan kapang di dalam kemasan makanan olahan tidak berkembang atau tidak muncul, sehingga bisa beresiko merusak makanan olahan tersebut.

### **1.7 Cahaya**

Cahaya adalah pancaran elektromagnetik atau merupakan radiasi elektromagnetik yang kasat mata. Cahaya memancarkan sinar yang dapat merusakkan beberapa senyawa dalam bahan pangan. Salah satunya vitamin terutama riboflavin, vitamin A, vitamin C dan warna pangan. Selain itu, kerusakan senyawa kimia akibat cahaya terutama UV pada sinar matahari bisa terjadi perubahan unsur kimia menjadi racun. Misalnya, pada jenis tanaman umbi-umbian seperti wortel dan kentang. Umbi tanaman wortel atau kentang akan tumbuh baik dan memiliki warna yang cerah jika umbinya tertutupi oleh tanah, sebaliknya jika umbi wortel atau kentang pada saat perkembangan tidak tertutupi tanah mengakibatkan kerusakan senyawa, sehingga berubah hijau akibat perubahan komposisi kimia menjadi racun alami.

### **1.8 Waktu Penyimpanan**

Prinsip penyimpanan bahan pangan yang telah diambil harus disesuaikan dengan jenis dari bahan pangan itu sendiri. Penyimpanan bahan akan berpengaruh pula pada waktu penyimpanan bahan pangan tersebut. Penyimpanan bahan pangan bertujuan agar bahan pangan dapat digunakan kembali pada saat dibutuhkan, tetapi ketika bahan pangan yang disimpan tidak tahan lama, maka perlu penanganan khusus atau memberikan perlakuan agar waktu simpan dapat lebih lama.

Penyimpanan dilakukan sesuai dengan karakteristik bahan pangan seperti bahan pangan yang berasal dari daging harus segera diolah kembali agar kualitas daging tidak menurun dan komposisi gizi didalamnya tidak rusak. Begitu pula dengan susu yang memiliki waktu simpan yang cepat, sebab jika tidak ditangani dengan segera akan mengalami kerusakan, baik secara fisik maupun kimiawi. Berbeda dengan bahan pangan yang berasal dari buah dan sayur yang memiliki waktu penyimpanan cukup panjang sekitar beberapa hari sampai minggu hingga benar-benar komposisi senyawa rusak. Efek kerusakan bahan pangan disebabkan oleh pertumbuhan mikroba, keaktifan enzim, kerusakan oleh serangga dan parasit pengaruh suhu, kadar air, oksigen dan cahaya semuanya itu dipengaruhi oleh waktu.



## **F. Rangkuman**

Bahan pangan yang mengalami perubahan tidak normal dan perubahan dari biasanya berarti bahan pangan tersebut telah mengalami kerusakan hal itu disebabkan oleh bahan pangan yang semenjak diambil dipetik dipanen dan dipotong akan mengalami penurunan kualitas dan kesegaran banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya kerusakan bahan pangan diantaranya:

### **1. Aktivitas mikroba**

Kerusakan ini sering terjadi pada bahan pangan. Hal itu dikarenakan hampir sebagian besar bahan pangan memiliki kandungan air cukup banyak yang menyebabkan mudah tumbuhnya mikroba perusak seperti kapang, bakteri dan khamir. Kerusakan ini ditandai dengan ciri-ciri khusus dan tampak jelas dapat dirasakan oleh panca indra manusia, yaitu dengan timbulnya kapang, kebusukan, lendir dan terjadinya perubahan warna.

### **2. Enzim**

Enzim adalah molekul polimer yang tersusun dari serangkaian asam amino dalam komposisi dan susunan rantai yang tersusun teratur dan tetap. Enzim memegang peranan penting dalam berbagai protein, enzim diproduksi oleh sel hidup untuk menganalisis reaksi, antara lain konversi energi dan metabolisme pertahanan sel. Kerusakan fisiologis yang disebabkan oleh enzim disebabkan oleh reaksi-reaksi metabolisme dalam bahan atau oleh enzim-enzim yang terdapat di dalamnya secara alami, sehingga terjadi proses autolisis yang menyebabkan kerusakan dan pembusukan. Enzim yang ada dalam bahan pangan perlu dinonaktifkan agar tidak menurunkan kualitas bahan pangan, yaitu dengan cara pemberian suhu tinggi atau rendah, pemberian zat-zat kimia dan perlakuan pengolahan lainnya yang mampu menghambat reaksi enzim untuk bekerja atau mengkatalisator senyawa yang ada pada bahan pangan.

### **3. Serangga dan Parasit**

Kerusakan bahan pangan yang ditimbulkan bukan saja akibat dari mikroorganisme pembusuk, tetapi kerusakan tersebut dapat disebabkan oleh serangga dan parasit yang menyerang bahan pangan. Kerusakan yang bisa terjadi akibat serangga, yaitu gigitan dan tusukan yang membawa mikroba dari luar atau akibat gigitan dan tusukan tersebut bahan pangan menjadi terkontaminasi sehingga kualitasnya mulai rusak.

### **4. Suhu**

Suhu memiliki peran penting dalam menjaga keutuhan dan daya simpan bahan pangan, baik sebelum atau setelah dilakukan pengolahan perilaku suhu dapat mempengaruhi aktivitas enzimatik, bakterial, kimiawi dan biokimia pada bahan pangan. Pengaruh tersebut yang menyebabkan perubahan pada tekstur, rasa dan aroma pada bahan pangan.

## 5. Kadar air

Pada bahan pangan akan mempengaruhi umur simpan dan kualitas bahan. Semakin tinggi air yang terkandung dalam bahan pangan, maka akan semakin besar kemungkinan laju percepatan kerusakan pada bahan pangan. Hal tersebut perlu diantisipasi dengan cara pengeringan atau dengan pengawetan untuk mengurangi kadar air.

## 6. Oksigen

Oksigen dapat merusak komponen senyawa di dalam bahan pangan seperti vitamin, perubahan warna pada bahan pangan, flavor dan kandungan lainnya. Melalui oksigen, mikroorganisme seperti kapang dapat berkembang dengan baik. Jika seperti itu, maka akan mengganggu kualitas suatu bahan pangan.

## 7. Cahaya

Cahaya adalah pancaran elektromagnetik atau merupakan radiasi elektromagnetik yang kasat mata. Cahaya ini akan memancarkan sinar yang dapat merusak beberapa senyawa dalam bahan pangan. Salah satunya vitamin terutama riboflavin, vitamin A, vitamin C juga dapat merusak warna pada bahan pangan. Selain itu, kerusakan senyawa kimia akibat cahaya terutama UV pada sinar matahari bisa terjadi perubahan unsur kimia menjadi racun.

## 8. Waktu Penyimpanan

Bahan pangan bertujuan agar bahan pangan dapat digunakan kembali pada saat dibutuhkan, tetapi ketika bahan pangan yang disimpan tidak tahan lama, maka perlu penanganan yang khusus atau memberikan perlakuan agar waktu simpan dapat lebih lama. Penyimpanan dilakukan sesuai dengan karakteristik bahan pangan seperti yang berasal dari daging membutuhkan waktu penyimpanan yang singkat, berbeda dengan sayuran dan buah-buahan memiliki waktu penyimpanan yang cukup panjang.

## G. Referensi

1. Effendi, S. (2015). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta.
2. Fellows, P. J. (2016). *Teknologi Pengolahan Pangan Prinsip dan Praktik*. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
3. Fibri, D. L. N. & Santoso, U. (2015). *Analisis Proksimat Bahan Pangan*. Yogyakarta: Citra Aji Pratama.
4. Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2018). *Prinsip Proses & Teknologi Pangan*. Alfabeta.
5. Sobari, E. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi.

## H. Latihan

Petunjuk: Untuk memahami materi pada Bab 4 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Berapa waktu ketahanan bahan pangan unggas jika disimpan pada suhu 21°C?
  - a. 1-3 hari
  - b. 1-5 hari
  - c. 2-3 hari
  - d. 1-2 hari
2. Katalisator protein yang mengatur kecepatan berlangsungnya berbagai proses fisiologis pada bahan pangan adalah pengertian dari....
  - a. Cahaya
  - b. Oksigen
  - c. Enzim
  - d. Substrat
3. Berapa pH untuk enzim proteinase?
  - a. 1,0-1,2
  - b. 3,0-10,0
  - c. 4,6-5,0
  - d. 1,5-10,5
4. Suatu proses penyimpanan bahan pangan pada suhu di atas titik beku dengan suhu berkisar 2°C sampai 5°C adalah pengertian dari ...
  - a. Pemanasan
  - b. Pendinginan
  - c. Pembekuan
  - d. Pengasapan
5. Daging dan ikan agar memiliki umur simpan mencapai waktu 2 bulan, maka suhu berapa yang harus digunakan?
  - a. -0° sampai -2°C
  - b. -2° sampai -14°C
  - c. -17° sampai -40°C
  - d. -10° sampai -14°C
6. Mikroba jenis kapang dapat menyerang bahan pangan yang banyak mengandung ...
  - a. Pektin, pati, dan selulosa
  - b. Selulosa dan glukosa
  - c. Pektin, selulosa, dan glukosa
  - d. Pati, glukosa, dan selulosa
7. Apa substrat dari enzim laktase?
  - a. Gliserida
  - b. Sukrosa
  - c. Maltosa
  - d. Laktosa

8. Jika enzim lipase dan gliserida digabung, maka akan menghasilkan hasil akhir berupa ....
  - a. Glukosa dan fruktosa
  - b. Gliserol dan glukosa
  - c. Gliserol dan asam
  - d. Asam amino
  
9. Agar bahan pangan dapat digunakan kembali pada saat dibutuhkan dan agar memberikan waktu simpan atau umur simpan lebih lama adalah tujuan dari ...
  - a. Penyimpanan bahan pangan
  - b. Penyimpanan beku
  - c. Pemanasan bahan pangan
  - d. Pengawetan bahan pangan
  
10. Proses penyimpanan bahan pangan pada suhu di bawah titik beku adalah pengertian dari ...
  - a. Pendinginan
  - b. Pembekuan
  - c. Kristalisasi
  - d. Pengawetan

#### Latihan Soal Essay!

1. Sebutkan faktor yang mempengaruhi terjadinya kerusakan bahan pangan!
2. Sebutkan ciri khusus yang dapat terlihat jika terjadi kerusakan bahan pangan!
3. Apa yang dimaksud dengan enzim?
4. Sebutkan jenis-jenis enzim dalam bahan pangan!
5. Apa tujuan dari penyimpanan bahan pangan?
6. Apa yang dimaksud dengan *perishable*?
7. Sebutkan ciri-ciri kerusakan pada bahan pangan secara biologis!
8. Mengapa enzim dapat menimbulkan reaksi pembusukan jika reaksinya tidak dihentikan?
9. Sebutkan parasit yang dapat menurunkan kualitas bahan pangan dan jelaskan!
10. Mengapa serangga merupakan suatu faktor yang dapat merugikan bagi bahan pangan?

### **I. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

#### 1. Umpan Balik

Perhatikan komentar yang diberikan oleh dosen/tutor/asisten. Apabila hasil latihan anda telah mencapai minimal 70 maka anda telah dinyatakan menguasai sebagian besar dari kompetensi yang di harapkan dalam bab ini.

#### 2. Tindak Lanjut

Apabila hasil penilaian bab ini telah mencapai minimal 70 maka anda dapat mempelajari Bab 5.

## **BAB 5. ILMU SENSORIS DAN APLIKASINYA**

### **A. Kemampuan Akhir yang Direncanakan**

Mahasiswa mampu menerapkan ilmu sensoris dan aplikasinya

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mahasiswa mampu menganalisis indra sensoris manusia dalam mendeteksi atribut sensoris
2. Mahasiswa mampu menerapkan metode analisis sensoris
3. Mahasiswa mampu menganalisis panelis dalam uji sensoris
4. Mahasiswa mampu menganalisis laboratorium sensoris
5. Mahasiswa mampu menerapkan aplikasi ilmu sensoris dalam pengembangan produk pangan

### **C. Deskripsi Singkat Isi Bab**

Ilmu sensoris merupakan pemahaman mengenai evaluasi sensoris atau organoleptic yang digunakan untuk membangkitkan, mengukur, menganalisis dan menafsirkan tanggapan terhadap suatu prosduk yang dirasakan oleh indra manusia. Oleh karena itu, dalam menganalisis ilmu sensoris akan dipelajari tentang indra sensoris manusia dalam mendeteksi atribut sensoris, metode analisis sensoris, panelis dalam uji sensoris, laboratorium sensoris dan aplikasi ilmu sensoris dalam pengembangan produk pangan

### **D. Relevansi**

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 segar ditentukan oleh penerimaan dan penilaian konsumen. Oleh karena itu, untuk mengetahui tingkat penerimaan dan pinilaian suatu produk olahn pangan, penting untuk memahami tentang ilmu sensoris dan penerapannya dalam teknologi pengolahan pangan.

### **E. Uraian Materi Ilmu Sensoris dan Aplikasinya**

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 segar 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 instrument 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 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 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 respon terhadap produk yang ditera oleh indra manusia, seperti indra penglihatan, penciuman, sentuhan, perasa dan pendengaran untuk mengukur kenampakanm aroma, flavor, tekstur dan cecap pada 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. Pada industri pangan, evaluasi banyak dilakukan dalam mengembangkan produk pangan baru, pengawasan mutu (bahan mentah, intermediet dan produk akhir), membandingkan produk sendiri dengan produk pesaing yang beredar dipasaran dan evaluasi penggunaan bahan, formulasi, serta 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 dapat 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.

## **1.1 Mengenal Indra Sensoris Manusia dalam Mendeteksi Atribut Sensoris**

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 didalam mulut atau dikonsumsi; (3) karakter tekstur yang meliputi sifat mekanis (penekanan) dan sifat taktil (perabaan) produk pangan; dan (4) karakter auditoria atau suara produk pangan terutama untuk produk pangan yang renyah.

Didalam rangkaian persepsi, beberapa bahkan semua atribut saling tumpang tindih dan saling mempengaruhi 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 biaya yang besar.

### **1.1.1 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.

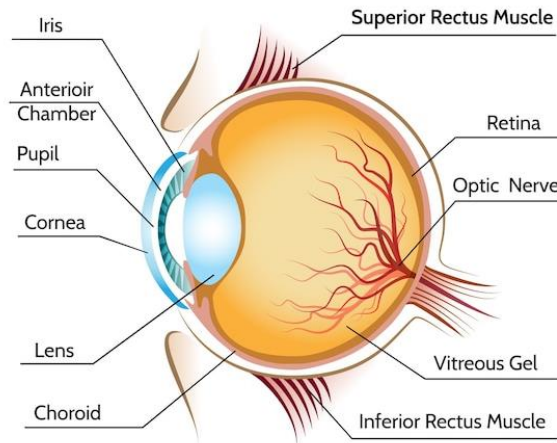
Tekstur permukaan meliputi sifat kilap permukaan, kekerasan atau kehalusan permukaan, basah atau kering, lunak atau keras. Parameter ini secara lebih detail dibahas pada atribut konsentrasi dan tekstur. Sifat keruh disebabkan sinar yang masuk dan mengenai partikel dipantulkan secara acak, dan tidak searah.

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, nanas, 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 penelitian 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 dibiasakan oleh lensa mata (*crystalline lens*) dan diteruskan menembus ruang bening belakang (*vitreous humor*) dan membentuk bayangan benda yang dilihat tepat didaerah 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 5.1 memperlihatkan bagian dari mata. Lensa mata berfungsi meletakkan bayangan objek tepat dilapisan retina dengan cara menggembungkan atau menipiskan lensa. Retina adalah suatu lapisan sel peka cahaya yang terdapat pada 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 berwarna cerah lainnya). Sel peka itu jika menerima rangsangan sinar diteruskan sebagai impuls ke saraf mata (optikus).





Gambar 5.1 Sistem anatomi pada mata

Beberapa hal yang harus diperhatikan pada saat pengujian karakter visual, terutama mutu waktu produk adalah (1) warna latar belakang produk sebaiknya berwarna netral seperti putih, krem, atau putih tulang, sehingga tidak mempengaruhi 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.

### 1.1.2 Karakter Flavor

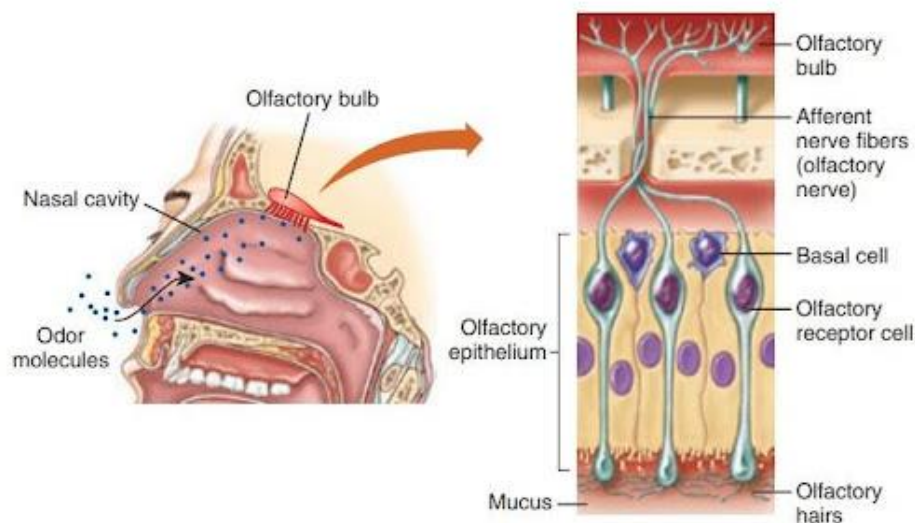
Flavor adalah istilah kesan yang diterima melalui sensasi kimia dari produk yang berada di dalam mulut. Cakupan flavor meliputi: (1) Aromatik, yaitu persepsi *alfaktori* karena senyawa volatil yang dilepaskan oleh produk pada saat berada didalam mulut melalui bagian belakang rongga hidung; (2) Rasa atau cecap, yaitu persepsi gusatori (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 (*spaicity*), panas, dingin, menggigit dan mentalik.

### 3. 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

dengan sistem olfaktori. Senyawa volatil yang diterima oleh sistem olfaktori dapat juga berasal dari produk pangan yang berada didalam 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 dilangit-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* didalam olfaktori *bulb* yang kemudian disortasi oleh glomeruli sebelum masuk ke pusat saraf olfaktor (Gambar 5.2). Kemampuan seseorang untuk mendeteksi sumber bau berbeda-beda, tergantung pada sensitivitas indra penciuman 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.



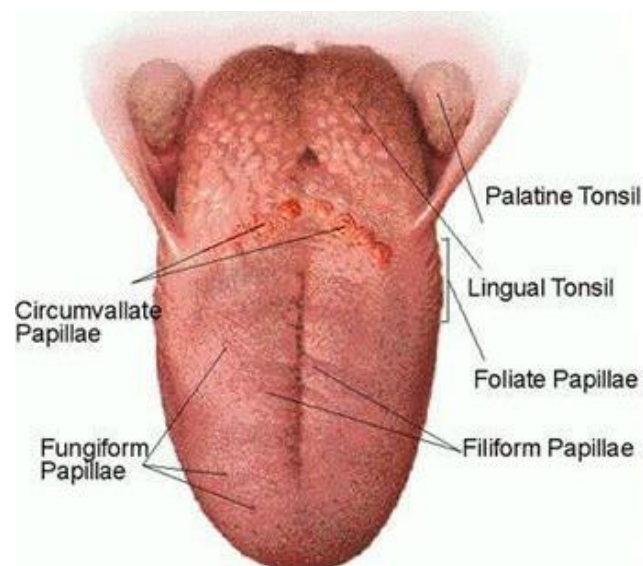
Gambar 5.2 Anatomi sistem olfaktori

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.

#### 4. Karakter Rasa

Rasa adalah persepsi akibat adanya senyawa kimia yang larut dalam air ludah dan diterima oleh sel peka yang berada di lidah 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.



Gambar 5.3 Permukaan lidah manusia sistem gustatori

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 ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ , 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).

Mekanisme deteksi rasa secara garis besar terdiri atas dua cara, yaitu melalui saluran ion dan berikatan dengan 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, pingir 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.

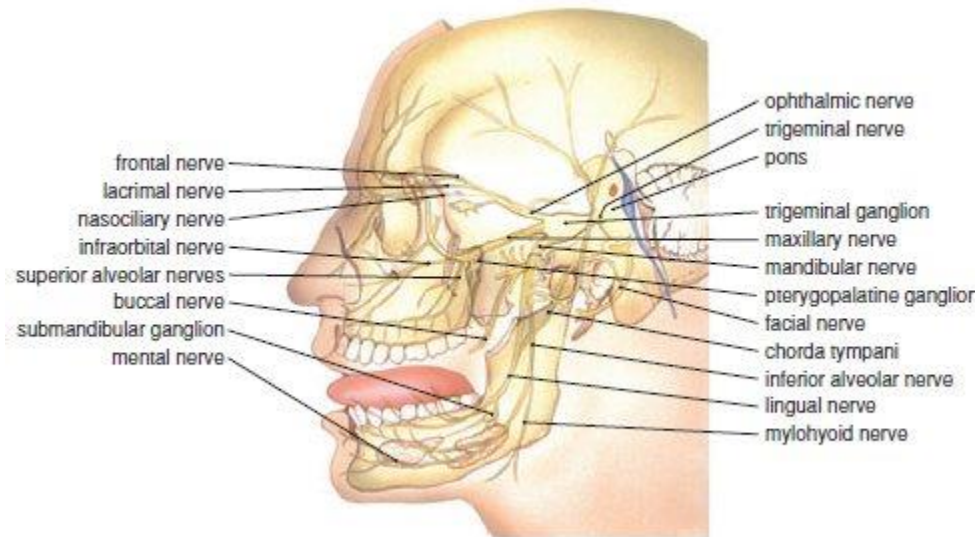
## 5. Sensasi Kimia dan Trigeminal

Sensitivitas kimiawi sebenarnya tidak hanya dapat dirasakan di mulut dan hitung saja, yang kemudian direspon sebagai rasa dan aroma atau *flavor*, tetapi dapat juga dirasakan di seluruh tubuh. Mukosa membran pada anus, kornea mata juga sensitif terhadap stimulus kimawi. Di bagian muka tertapat 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 berkabonat, sensai panas dan terbakar dari cabe, sensai panas dan *pungency* (“nyegrak”/”pahang”/menggigit) dari rempah-rempah seperti jahe, kunyit, mustard, wasabi, bawang mentah, dan lain-lain. Pada kebanyakan senyawa, untuk menghasilkan respon trigeminal diperlukan konsentrasi bahan yang lebih tinggi dibandingkan jika respon yang diinginkan adalah respon gustatori atau olfaktori saja.

### 1.1.3 Karakter Tekstur

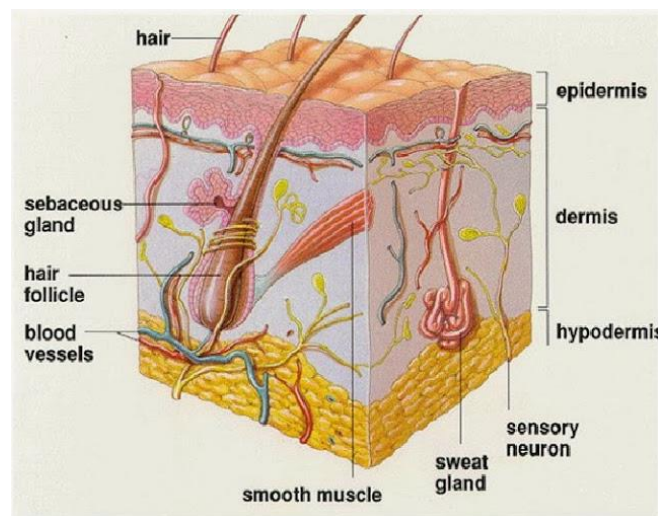
Atribut tekstur pangan dipilah lagi menjadi tiga istilah, yaitu viskositas untuk produk cairan yang menyerupai *fluida* Newtonian homogen, konsistensi untuk cairan dan semi-padat non-Newtonian atau heterogen, dan tekstur untuk produk padat dan semi-padat. Lebih lanjut

tekstur merupakan parameter yang lebih kompleks yaitu terdiri atas: (1) 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 (2) 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 5.4 Sistem saraf trigeminal di bagian muka

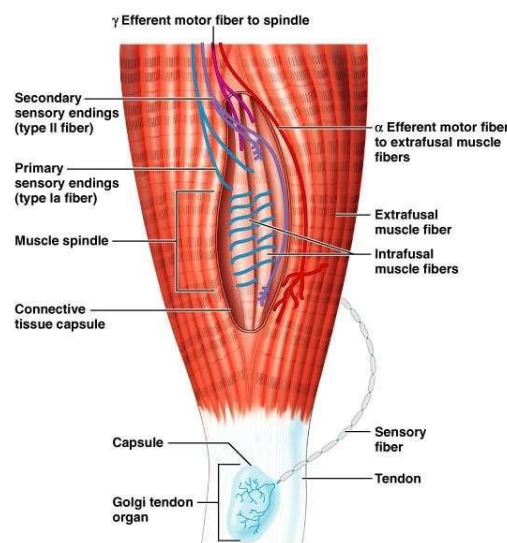
Persepsi dari indra perabaan dapat diklasifikasikan menjadi “*somethesis*” (indra taktil, yang dirasakan di kulit) dan *kinethesis* (indra untuk penekanan atau *proprioception*). Gambar 5.5 memperlihatkan sistem saraf pada kulit yang berperan dalam sensasi taktil. Ujung saraf di permukaan bertanggung 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 5.5 Sistem anatomi kulit dan bagian yang berperan dalam sensasi taktil



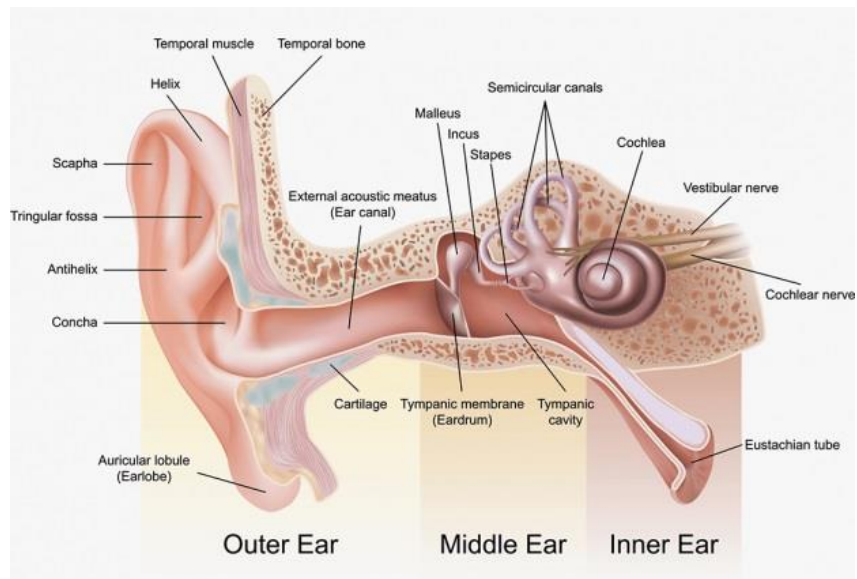
Gambar 5.6 memperlihatkan urat saraf yang berada di dalam otot. Persepsi kinestetik berhubungan dengan pergerakan mekanis dari otot (kekompakan/berat, kekerasan, kelengketan, dan lain-lain) yang dihasilkan dari tekanan yang diberikan oleh otot tangan. Rahang atau lidah dan sensai yang dihasilkan dari 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.



Gambar 5.6 Sensoris kinestetik atau mekanis pada otot dan daging

#### 1.1.4 Karakter Auditori/Bunyi/Noise

Bunyi produk dihasilkan selama proses penggigitan dan pengunyahan. Atribut bunyi sering tidak diperhatikan, namun sebenarnya 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 melempe. 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 “melempe”. *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*.

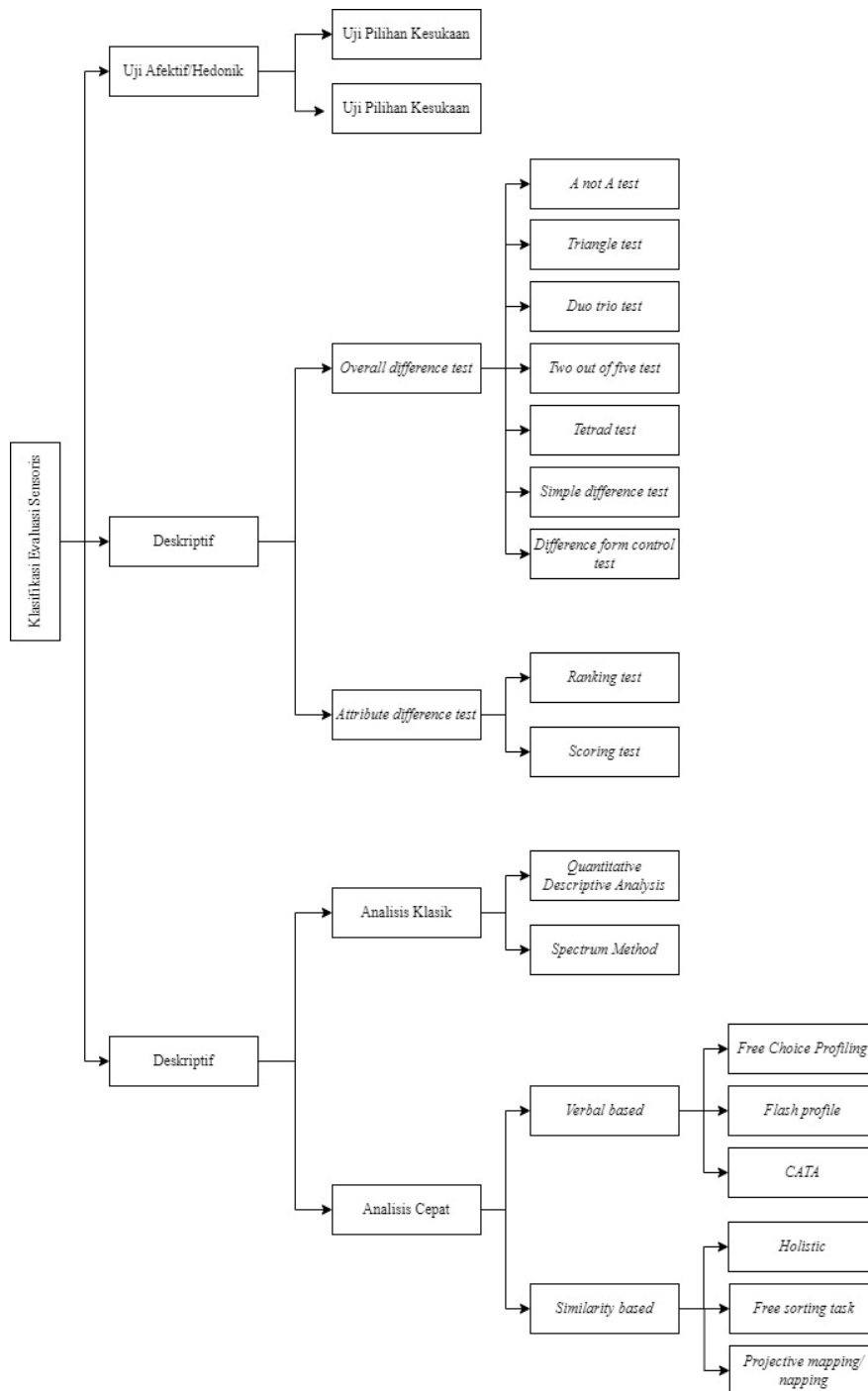


Gambar 5.7 Susunan anatomi telinga

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 hidrakulik 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 *decibel* 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.

## 1.2 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, sedangkan uji diskriminatif/pembedaan dan uji deskriptif menggunakan panelis terlatih. Gambar 5.8 menjelaskan klasifikasi metode analisis sensoris.



Gambar 5.8 Klasifikasi metode analisis sensoris

### 1.2.1 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.

#### 1. 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  $X^2$ .

## 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.

### 1.2.2 Uji Pembedaan

Uji pembedaan 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 pembedaan dibagi menjadi dua kategori, yaitu *overall difference test* dan *attribute difference test*.

#### 1. *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 mempengaruhi; 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*, *tetrad test*, *simple difference test*, *A-not A test*, dan *difference from control test*.

a. *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 antara lot produksi yang berbeda, mengetahui apakah perbedaan substitusi ingridien atau perubahan lain dalam proses produksi yang akan dihasilkan 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.

b. *Two-out-of-five test*

*Two-out-of-five test* (uji dua dari lima) merupakan salah satu jenis uji dalam kelompok uji pembedaan secara keseluruhan (*overall difference test*) dari dua sampel yang berasal dari set sampel yang sama. Secara statistik, metode ini 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 sensori 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.

c. *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.

d. *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.

e. *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  $X^2$ .

f. *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  $X^2$ .

g. *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).

## 2. *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*.

a. *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.

b. *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*.

### 1.2.3 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.

#### 1. 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 perbedaan. 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*.

##### a. *Quantitative Descriptive Analysis (QDA)*

QDA adalah teknik standar dan utama dalam ilmu sensoris yang dikembangkan di awal tahun 1970-an. Tahapan dalam QDA antara lain desain penetapan 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.

#### b. *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.

## 2. 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)*.

#### a. *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.

b. *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.

c. *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. 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 percobaan.

d. *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), *Principal 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.

### 1.3 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 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 perbedaan 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 perbedaan, 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/perbedaan, (3) uji *ranking/rating* untuk intensitas, dan (4) interpretasi hasil dari tahap seleksi. Tahap pertama 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) preseleksi 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.

#### 1.4 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.

##### 1.4.1 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 diruang 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 5.9 Contoh ruang penyiapan

### 1.4.2 Ruang Pengujian

Ruang pengujian dibagi menjadi dua, yaitu ruang pengujian mandiri atau disebut bilik/*booth*, dan ruang pengujian bersama untuk evaluasi deskriptif maupun pelatihan. 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 diatas 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*. Dimeja ini penjelasan instruksi kerja, pelatihan dan diskusi dapat dilakukan.



Gambar 5.10 Contoh bilik pengujian sensoris

Tabel 5.1 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

### 1.4.3 Ruang Tunggu/Ruang Diskusi

Ruang tunggu seharusnya terletak cukup berjauhan dari ruang pengujian untuk mencegah terjadinya gangguan dari orang yang diruang tunggu terhadap panelis yang sedang diruang 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 diruang ini. Selanjutnya, panelis dipersilahkan menempati ruang pengujian untuk kemudian disajikan sampel produk yang akan diuji.

#### 1.5.4 Ruang Lain yang Disarankan

Selain ruangan uji sensoris, sebuah fasilitas untuk evaluasi sensoris akan lebih baik jika memiliki ruangan kantor, ruang penyimpanan sementara, toilet, ruang penyimpanan peralatan, dan ruang penyimpanan sampel.



Gambar 5.11 Contoh ruang diskusi panelis

#### 1.5.5 Lingkungan

Lokasi pengujian harus mudah diakses oleh panelis dan tidak terletak di daerah yang memiliki arus lalu lintas padat seperti didekat 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. Bahkan konstruksi, furnitur, lantai dan peralatan yang digunakan pada ruang pengujian harus mudah dibersihkan dan bebas bau. Bahan pembersih yang digunakan harus tidak meninggalkan bau diruang 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.

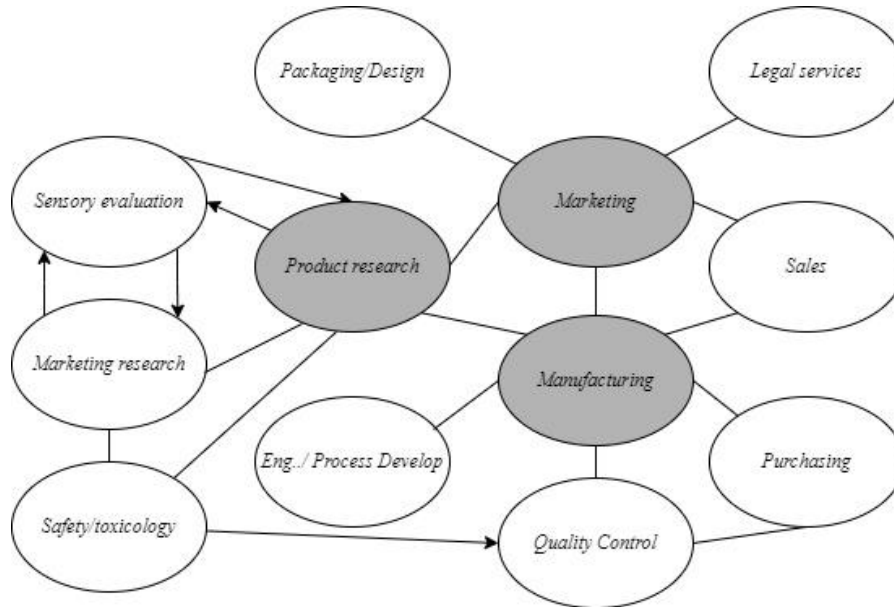
Sumber, tipe cahaya, dan tingkat pencahayaan sangat penting untuk dipertimbangkan dalam melakukan evaluasi sensoris. Pencahayaan pada ruang pengujian harus seragam, bebas dari bayangan, dan dapat dikendalikan. Sebagai contoh, lampu dengan warna suhu 6500<sup>0</sup>K akan menghasilkan warna yang baik, netral serta dengan “*northern daylight*” dan lampu dengan warna suhu 5000-5500<sup>0</sup>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.

### **1.5 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 dibawah 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 5.12 keterkaitan pengujian sensoris dengan divisi yang ada di industri pangan

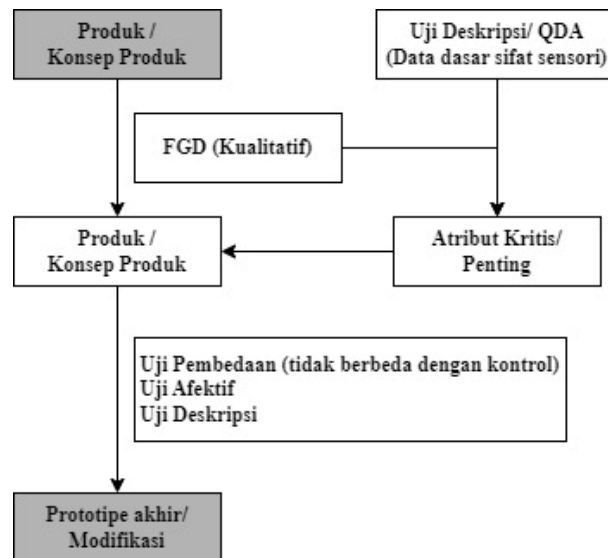
Pengembangan produk baru dapat berarti adanya suatu produk baru yang dihasilkan oleh suatu perusahaan dan merupakan produk yang benar-benar baru bagi perusahaan ataupun bagi pasar, dalam artian produk baru ini belum pernah ada di perusahaan tersebut atau dipasar. Definisi produk baru juga mencakup perbaikan 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 ingredien 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.

Ketertarikan perusahaan terhadap pengembangan produk baru cukup tinggi. Hal ini dikarenakan adanya kesempatan pertumbuhan produk baru dipasar 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 dipasar. Tahapan pengembangan produk baru secara garis besar disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Tahapan pengembangan produk baru ketika tersedia produk pembanding atau kontrol

No	Tahapan	Keterangan
1	Riset pasar	a. Identifikasi kategori produk b. Pengembangan dan uji produk c. Identifikasi produk kontrol
2	Pengembangan produk	Formulasi produk berdasarkan riset pasar
3	Evaluasi sensoris (uji deskriptif)	Pengembangan data base terhadap prototipe produk dan produk pesaing/produk control
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 afektif	a. Evaluasi produk dan pengaruhnya pada <i>cost reduction</i> b. Evaluasi produk yang mengalami kegagalan pada uji pembeda
9	Riset pasar	a. <i>Large-scale consumer test</i> pada pasar-pasar tertentu b. Evaluasi iklan, kemasan dan harga
10	Pengembangan produk	<i>Inititate line extensions</i>
11	Evaluasi sensoris: Uji deskriptif Uji afektif	a. Evaluasi peningkatan skala produksi b. Evaluasi produk kompetitor c. Uji pengembangan produk dan produk kompetitornya

Alur pengembangan produk pangan baru secara garis besar dimulai dari konsep produk yang akan dikembangkan (Gambar 5.14). 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 sudah berkembang di masyarakat. Setelah konsep produk baru diperoleh, selanjutnya dilakukan serangkaian pengujian untuk melihat prospek calon produk baru tersebut.



Gambar 5.13 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.



## F. Rangkuman

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.

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-not A 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*. Panelis dapat dikategorikan menjadi panelis terlatih dan panelis tidak terlatih. Panelis mana yang digunakan sangat tergantung dari tujuan pengujian dan metode yang digunakan.

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.

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 konsumen.

## G. Referensi

1. Effendi, S. (2015). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta.
2. Fellows, P. J. (2016). *Teknologi Pengolahan Pangan Prinsip dan Praktik*. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
3. Meilgaard, M., Civille, G., & Carr, T. (2016). *Sensory Evaluation Techniques*, 4<sup>th</sup> Edition. CRC Press, Boca Raton, FL.

4. Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2018). *Prinsip Proses & Teknologi Pangan*. Alfabeta.
5. Sobari, E. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi.

## H. Latihan

Petunjuk: Untuk memahami materi pada Bab 5 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
  - d. Identifikasi kategori produk
  
10. Karakter sensoris yang pertama kali dinilai oleh konsumen adalah
  - a. Visual
  - b. Flavour
  - C. Tekstur
  - d. Auditori

#### Latihan Soal Essay

1. Jelaskan pengertian dari ilmu sensoris atau organoleptik!
2. Manusia memiliki lima alat indra sensoris untuk mengenal dunia. Jelaskan mekanisme pendeteksian empat karakter sensoris!
3. Pada metode analisis sensoris terdapat tiga kategori yaitu uji afektif, uji perbedaan dan uji deskriptif. Jelaskan perbedaan masing-masing!
4. Jelaskan perbedaan uji penerimaan dan uji pilihan kesukaan dari uji afektif!
5. Sebutkan kunci dari kesuksesan kegiatan evaluasi sensoris!
6. Ada tiga syarat umum fasilitas uji sensoris. Sebutkan dan jelaskan mengapa syarat tersebut penting untuk diterapkan!
7. Jelaskan fungsi dari ruang penyiapan, ruang pengujian dan ruang tunggu/ruang diskusi pada laboratorium sensoris!
8. Jelaskan kriteria lingkungan uji sensoris yang ideal!
9. Jelaskan hubungan antara aplikasi ilmu sensoris dan pengembangan produk pangan!
10. Sebutkan dan jelaskan tahapan pengembangan produk baru!

## **I. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

### **1. Umpan Balik**

Perhatikan komentar yang diberikan oleh dosen/tutor/asisten. Apabila hasil latihan anda telah mencapai minimal 70 maka anda telah dinyatakan menguasai sebagian besar dari kompetensi yang di harapkan dalam bab ini.

### **2. Tindak Lanjut**

Apabila hasil penilaian bab ini telah mencapai minimal 70 maka anda dapat mempelajari Bab 6.

## **BAB 6. PENCEGAHAN DAN TEKNIK TERAPAN PROSES-PROSES PENGOLAHAN DALAM INDUSTRI PANGAN**

### **A. Kemampuan Akhir yang Direncanakan**

Mahasiswa mampu menerapkan pencegahan dan teknik terapan proses-proses pengolahan dalam industri pangan.

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mahasiswa mampu menerapkan proses pengawetan suhu rendah pada bahan pangan
2. Mahasiswa mampu menerapkan proses pengawetan kimia pada bahan pangan
3. Mahasiswa mampu menerapkan proses pengeringan pada bahan pangan
4. Mahasiswa mampu menerapkan proses pengasapan pada bahan pangan
5. Mahasiswa mampu menerapkan proses pasteurisasi pada bahan pangan
6. Mahasiswa mampu menerapkan proses blansing pada bahan pangan
7. Mahasiswa mampu menerapkan proses fermentasi pada bahan pangan
8. Mahasiswa mampu menerapkan proses kristalisasi pada bahan pangan
9. Mahasiswa mampu menerapkan proses iradiasi pada bahan pangan

### **C. Deskripsi Singkat Isi Bab**

Karakteristik bahan pangan memiliki bersifat mudah rusak, sehingga diperlukan pengawetan untuk memperpanjang daya simpan. Pengawetan bahan pangan dibagi menjadi dua, yaitu pengawetan dengan bahan kimia dan pengawetan mekanik. Beberapa proses pengawetan dan pengolahan bahan pangan antara lain: pengawetan suhu rendah, pengawetan kimia, pengeringan, pengasapan, pasteurisasi, blanching, fermentasi, kristalisasi dan iradiasi bahan pangan.

### **D. Relevansi**

Karakteristik bahan pangan bersifat mudah rusak, sehingga diperlukan proses penanganan dan pengolahan untuk memperpanjang umur simpan. Proses penanganan dan pengolahan dalam industri pangan memiliki karakteristik dan tujuan pemanfaatan yang berbeda, sehingga membutuhkan pemahaman lebih lanjut agar dapat menghasilkan produk pangan yang bermutu dan bernilai jual tinggi.

## **E. Uraian Materi Pencegahan dan Teknik Terapan Proses-Proses Pengolahan dalam Industri Pangan**

### **1.1 Pengawetan Suhu Rendah (Pendinginan)**

Metabolisme jaringan tanaman, misalnya sayuran dan buah-buahan terbatas pada kisaran suhu tertentu. Suhu pada saat metabolisme berlangsung secara sempurna disebut suhu optimum. Metabolisme jaringan akan terhambat pada suhu lebih tinggi atau lebih rendah pada suhu optimum, bahkan akan terhenti sekali pada suhu yang sangat tinggi. Oleh karena itu, kerusakan bahan pangan dapat dihindari dengan cara melakukan pengolahan dengan suhu tinggi atau suhu rendah. Pada umumnya kerusakan pangan terjadi akibat adanya aktivitas metabolisme, aktivitas enzim, dan aktivitas mikroba. Prinsip dasar pengawetan dengan menggunakan suhu rendah adalah:

- a. Memperlambat kecepatan reaksi metabolisme
- b. Menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kebusukan dan kerusakan.

Pendinginan bahan pangan merupakan salah satu cara penyimpanan yang dilakukan pada suhu di atas titik beku bahan, yaitu  $-2^{\circ}\text{C}$  sampai  $10^{\circ}\text{C}$ . Walaupun titik beku air murni adalah  $0^{\circ}\text{C}$ , tetapi beberapa bahan pangan ada yang tidak membeku pada suhu  $-2^{\circ}\text{C}$  tersebut. Hal ini disebabkan oleh pengaruh kandungan senyawa-senyawa kimia dalam bahan pangan tersebut. Pendinginan yang dilakukan di lingkungan rumah tangga yaitu dalam lemari es pada umumnya menggunakan suhu  $5^{\circ}\text{C}$  sampai  $8^{\circ}\text{C}$ . Pendinginan yang merupakan perlakuan penyimpanan sementara ini dapat dilakukan secara konvensional maupun modern. Pendinginan dapat mengawetkan bahan pangan selama beberapa hari atau minggu, tergantung dari macam bahan pangannya. Pada umumnya pendinginan dilakukan sebagai awal dari serangkaian pengolahan karena pendinginan merupakan perlakuan penyimpanan sementara sebelum bahan diolah lebih lanjut. Sebagai contoh pendinginan ikan yang akan diolah menjadi makanan kaleng atau makanan olahan yang lainnya.

Prinsip yang pertama dapat kita pahami karena setiap penurunan suhu sebesar  $8^{\circ}\text{C}$ , maka kecepatan reaksi metabolisme berkurang setengahnya. Jadi, semakin rendah suhu penyimpanannya, maka bahan pangan akan semakin lama rusak atau dengan kata lain bahan pangan akan semakin awet. Prinsip yang kedua akan efektif jika bahan pangan dibersihkan dulu sebelum didinginkan. Hal ini dimaksudkan bahan pangan yang akan disimpan sedapat mungkin terbebas dari kontaminan awal, terutama mikroorganisme dari golongan psikofilik yang tahan suhu dingin. Dapat disimpulkan bahwa menyimpan makanan pada suhu rendah (pada lemari es atau lemari beku) dapat mengurangi kerusakan makanan dan memperlambat proses pelayuan. Suhu dingin juga membatasi tumbuhnya bakteri yang

merugikan. Suhu maksimum yang dapat diterima untuk penyimpanan semua makanan, yaitu 37°C atau sering disebut suhu badan. Pada suhu badan ini, bakteri akan tumbuh dengan baik. Maka dari itu, suhu yang cocok untuk penyimpanan dingin berbagai makanan sebagai berikut:

Tabel 6.1 Penyimpanan Bahan Pangan pada Suhu Rendah

Bahan Pangan	Suhu yang Sesuai
Buah-buahan, sayuran dan terutama produk-produk yang mudah rusak lainnya	6,6 – 10 <sup>0</sup> C
Susu dan hasil olahannya	3,3 <sup>0</sup> C – 7,6 <sup>0</sup> C
Daging dan unggas	0,5 <sup>0</sup> C-3,3 <sup>0</sup> C
Ikan dan kerang	-5 <sup>0</sup> C -1,1 <sup>0</sup> C
Makanan beku	-17 <sup>0</sup> C - -28,8 <sup>0</sup> C

## 1.2 Pengawetan Kimia

Makanan merupakan sebuah kebutuhan yang sangat penting bagi manusia, selain pakaian dan perumahan. Dalam konteks kehidupan berbangsa dan bernegara, makanan memiliki arti penting dalam mencerdaskan kehidupan masyarakat sebagai roda penggerak pembangunan nasional untuk menuju masyarakat adil dan makmur. Oleh karena itu, dalam bidang pangan diperlukan sesuatu yang lebih baik di masa yang akan datang, yaitu makanan yang lebih bergizi, aman dikonsumsi, lebih bermutu, dan lebih mampu bersaing dalam pasar global.

Di Indonesia, bahan pangan dari hasil pertanian (termasuk di dalamnya hasil peternakan dan perikanan) banyak mengalami kerusakan sebelum di konsumsi. Data menunjukkan sekitar 35-40% sayuran dan buah-buahan mengalami kerusakan, sehingga tidak dapat digunakan. Demikian pula susu, telur, daging, ikan, umbi-umbian, serta produk pertanian dan perikanan lainnya yang hanya sebagian saja dapat dimanfaatkan dan sisanya terbuang percuma. Keadaan demikian memang sering terjadi pada bahan pangan hasil pertanian yang mudah rusak (*perishable foods*). Tanpa adanya pengolahan lebih lanjut, bahan pangan tersebut lama-kelamaan akan mengalami perubahan akibat pengaruh fisiologi, mekanik, kimiawi, mikrobiologi yang dapat menyebabkan kerusakan dan selanjutnya tidak dapat dikonsumsi. Oleh karena itu, diperlukan usaha untuk menghambat kecepatan kerusakan bahan pangan agar daya simpannya menjadi lebih panjang.

Pengawetan secara kimia adalah pengawetan dengan cara menggunakan bahan-bahan kimia, seperti gula pasir, garam dapur, nitrat, nitrit, natrium benzoat, asam propionat, asam sitrat, garam sulfat, dan lain-lain. Pengasapan juga termasuk secara kimia, sebab bahan-bahan kimia dalam asap dimasukkan ke dalam makanan yang diawetkan. Apabila jumlah

pemakaiannya tepat, pengawetan dengan bahan-bahan kimia dalam makanan sangat praktis karena dapat menghambat berkembangbiaknya mikroorganisme seperti jamur atau kapang, bakteri, dan ragi.

Beberapa pengawetan dengan menggunakan bahan kimia sebagai berikut:

1. Asam Propionat (Natrium Propionat/Kalsium Propionat)

Sering digunakan untuk mencegah tumbuhnya jamur atau kapang. Untuk bahan tepung terigu, dosis maksimum yang digunakan adalah 0,32% atau 3,2 gram/kg bahan, sedangkan untuk bahan dari keju, dosis maksimum sebesar 0,3% atau 3 gram/kg bahan.

2. Asam Sitrat (Citric Acid)

Merupakan senyawa intermedier dari asam organik yang berbentuk kristal atau serbuk putih. Asam sitrat ini mudah larut dalam air, spirtus dan etanol, tidak berbau, rasanya sangat asam, serta jika dipanaskan akan meleleh kemudian terurai yang selanjutnya terbakar sampai menjadi arang. Asam sitrat juga terdapat dalam sari buah-buahan seperti nanas, jeruk, lemon, markisa. Asam ini dipakai untuk meningkatkan rasa asam (mengatur tingkat keasaman) pada berbagai pengolahan minum, produk air susu, selai, jeli, dan lain-lain. Asam sitrat berfungsi sebagai pengawet pada keju dan sirop, digunakan untuk mencegah proses kristalisasi dalam madu, gula-gula (termasuk fondant), dan juga untuk mencegah pemucatan berbagai makanan, misalnya buah-buahan kaleng dan ikan. Larutan asam sitrat yang encer dapat digunakan untuk mencegah pembentukan bintik-bintik hitam pada udang. Penggunaan maksimum dalam minuman adalah sebesar 3 gram/liter sari buah.

3. Benzoat (Acidum Benzoicum/ Flores Benzoes/Benzoic Acid)

Benzoat yang biasa diperdagangkan adalah garam natrium benzoat dengan ciri-ciri berbentuk serbuk atau kristal putih, halus, sedikit berbau, berasa payau, dan pada pemanasan yang tinggi akan meleleh lalu terbakar.

4. Bleng

Merupakan larutan garam fosfat berbentuk kristal, dan berwarna kekuning-kuningan. Bleng banyak mengandung unsur boron dan beberapa mineral lainnya. Penambahan bleng selain sebagai pengawet pada pengolahan bahan pangan terutama kerupuk juga untuk mengembangkan dan mengenyalkan bahan, serta memberi aroma dan rasa yang khas. Penggunaannya sebagai pengawet maksimal sebanyak 20 gram per 25 kg bahan. Bleng dapat dicampur langsung dalam adonan setelah dilarutkan dalam air atau diendapkan terlebih dahulu kemudian cairannya dicampurkan dalam adonan.



5. Garam Dapur (Natrium Klorida)

Garam dapur dalam keadaan murni tidak berwarna, tetapi kadang-kadang berwarna kuning kecokelatan yang berasal dari kotoran-kotoran yang ada di dalamnya. Air laut mengandung 3% garam dapur. Garam dapur sebagai penghambat pertumbuhan mikroba, sering digunakan untuk mengawetkan ikan dan juga bahan-bahan lain. Penggunaannya sebagai pengawet minimal sebanyak 20% atau 2 ons/kg bahan.

6. Garam Sulfat

Garam sulfat merupakan salah satu bahan pengawet yang dapat digunakan dalam makanan untuk mencegah timbulnya ragi, bakteri, dan warna kecokelatan pada waktu pemasakan.

7. Gula Pasir

Bahan yang digunakan sebagai pengawet dan lebih efektif bila dipakai dengan tujuan menghambat pertumbuhan bakteri. Sebagai bahan pengawet, penggunaan gula pasir minimal 3% atau 30 gram/kg bahan.

8. Kaporit (Calcium Hypochlorit/ Hypochloris Calsiucus/Chlor Kalk)

Merupakan campuran dari *calcium hypochlorite*, *chlorida da-oksida*, berupa serbuk putih yang sering menggumpal hingga membentuk butiran. Biasanya mengandung 25-70% chlor aktif dan baunya sangat khas. Kaporit yang mengandung klor ini digunakan untuk mensterilkan air minum dan kolam renang, serta mencuci ikan.

9. Natrium Metabisulfit

*Natrium metabisulfit* yang diperdagangkan berbentuk kristal. Pemakaiannya dalam pengolahan bahan pangan bertujuan untuk mencegah pencokelatan pada buah sebelum diolah, menghilangkan bau dan rasa getir terutama pada ubi kayu serta untuk mempertahankan warna agar tetap menarik. *Natrium metabisulfit* dapat dilarutkan bersama-sama bahan atau diasapkan. Prinsip pengasapan tersebut adalah mengalirkan gas  $SO_2$  ke dalam bahan sebelum pengeringan. Pengasapan dilakukan selama 15 menit. Maksimum penggunaannya sebanyak 2 gram/kg bahan. *Natrium metabisulfit* yang berlebihan akan hilang sewaktu pengeringan.

10. Nitrit dan Nitrat

Terdapat dalam bentuk garam kalium dan natrium nitrit. *Natrium nitrit* berbentuk butiran berwarna putih, sedangkan *kalium nitrit* berwarna putih atau kuning dan kelarutannya tinggi dalam air. Nitrit dan nitrat dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada daging dan ikan dalam waktu yang singkat. Sering digunakan pada daging yang telah dilayukan untuk mempertahankan warna merah daging. Jumlah nitrit yang ditambahkan biasanya 0,1% atau 1 gram/kg bahan yang diawetkan. Untuk nitrat 0,2% atau 2 gram/kg bahan.

Apabila lebih dari jumlah tersebut akan menyebabkan keracunan, sehingga pemakaian nitrit dan nitrat diatur dalam undang-undang. Untuk mengatasi keracunan tersebut, maka pemakaian nitrit biasanya dicampur dengan nitrat dalam jumlah yang sama. Nitrat tersebut akan diubah menjadi nitrit sedikit demi sedikit, sehingga jumlah nitrit di dalam daging tidak berlebihan.

#### 11. Sendawa

Merupakan senyawa organik yang berbentuk kristal putih atau tak berwarna, rasanya asin dan sejuk. Sendawa mudah larut dalam air dan meleleh pada suhu  $377^{\circ}\text{C}$ . Ada tiga bentuk sendawa, yaitu kalium nitrat, kalsium nitrat, dan natrium nitrat. Sendawa dapat dibuat dengan mereaksikan kalium klorida dengan asam nitrat atau natrium nitrat. Dalam industri biasa digunakan untuk membuat korek api, bahan peledak, pupuk, dan juga untuk pengawet bahan pangan. Penggunaan maksimum sebanyak 0,1% atau 1 gram/kg bahan.

#### 12. Zat Pewarna

Zat pewarna ditambahkan ke dalam bahan makanan seperti daging, sayuran, buah-buahan, dan lainnya untuk menarik selera dan keinginan konsumen. Bahan pewarna alam yang sering digunakan adalah kunyit, karamel, dan pandan. Dibandingkan dengan pewarna alami, maka bahan pewarna sintetis mempunyai banyak kelebihan dalam hal keanekaragaman warnanya, baik keseragaman maupun kestabilan, serta penyimpanannya lebih mudah dan tahan lama. Misalnya carbon black yang sering digunakan untuk memberikan warna hitam, titanium oksida untuk memutihkan, dan lain-lain. Bahan pewarna alami warnanya jarang yang sesuai dengan yang diinginkan.

Dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai kerusakan bahan pangan, baik akibat aktivitas mikroorganisme maupun proses oksidasi. Pada prinsipnya pengolahan lebih lanjut atau pengawetan makan (*food preservatives*) dibedakan atas lama penyimpanan makanan tersebut sebelum digunakan. Pada makanan yang segera diolah atau dikonsumsi, sebaiknya bahan makanan tersebut dibiarkan dalam keadaan segar dan hidup. Jika tidak memungkinkan dan menginginkan makanan lebih tahan lama bisa dengan cara melakukan pengawetan makanan.

### 1.3 Pengerinan

Dasar pengerinan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini kandungan uap air udara lebih sedikit atau udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah sehingga terjadi penguapan. Kemampuan udara membawa uap air bertambah besar jika perbedaan antara

kelembaban nisbi udara pengering dengan udara sekitar udara semakin besar. Salah satu faktor yang mempercepat pengeringan adalah kecepatan angin atau udara yang mengalir.

Udara yang tidak mengalir menyebabkan kandungan uap air di sekitar bahan yang dikeringkan semakin jenuh, sehingga pengeringan semakin lambat. Tujuan pengeringan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas perkembangan organisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau bakteri terhenti sama sekali. Dengan demikian, bahan yang dikeringkan mempunyai waktu simpan lebih lama.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua yaitu faktor yang berhubungan dengan udara pengeringan seperti suhu, kecepatan aliran udara pengering, dan kelembaban udara, sedangkan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan berupa ukuran bahan, kadar air awal, dan tekanan parsial bahan. Suhu yang semakin tinggi dan kecepatan aliran udara pengering semakin cepat akan mengakibatkan pengeringan berlangsung lebih cepat. Semakin tinggi suhu udara pengering, semakin besar energi panas yang dibawa udara, sehingga semakin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan.

Kecepatan aliran udara pengering semakin tinggi akan mengakibatkan semakin cepat pula massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer. Kelembaban udara berpengaruh terhadap pemindahan uap air. Apabila kelembaban udara tinggi, maka perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar menjadi kecil, sehingga menghambat pemindahan uap air dari dalam bahan ke luar. Kemampuan bahan untuk melepaskan air dari permukaan akan semakin besar dengan meningkatnya suhu udara pengering yang digunakan. Peningkatan suhu juga menyebabkan kecilnya jumlah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air bahan.

### 1.3.1 Kandungan Air Bahan Pangan

Jumlah kandungan air pada bahan hasil pertanian akan mempengaruhi daya tahan bahan tersebut terhadap serangan mikroba dan dinyatakan sebagai *water activity* ( $a_w$ ). *Water activity* adalah jumlah air bebas bahan yang dapat dipergunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Untuk memperpanjang daya awet suatu bahan, maka sebagian air pada bahan dihilangkan, sehingga mencapai kadar air tertentu. Besarnya *water activity* ( $a_w$ ) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$a_w = \frac{p}{p_0} = \frac{E.R.H}{100}$$

Dimana:

$A_w$  = Aktivitas air

$p$  = Tekanan parsial uap air dari bahan

$p_0$  = Tekanan jenuh uap air pada suhu yang sama

E.R.H. = Kelembaban nisbi yang seimbang (%)

Mikroba hanya tumbuh pada kisaran aw tertentu. Untuk mencegah pertumbuhan mikroba, maka aw bahan harus diatur. Bahan pangan yang mempunyai aw di bawah 0,70 biasanya dianggap cukup baik dan tahan dalam penyimpanan.

Rumus pertama aw dapat langsung diketahui dengan mengukur besarnya kelembapan nisbi seimbang dengan menggunakan berbagai tipe higrometer. Dapat juga melalui penentuan titik embun dan selanjutnya mencari besarnya kelembapan nisbi seimbang dengan menggunakan diagram psikrometri. Selain itu, dapat juga dihitung dengan mengukur besarnya tekanan parsial dari bahan secara monometrik.

$$\text{Hukum Raoult: } a_w = \frac{W}{(M_w + M_s)}$$

Dimana:

$M_w$  = jumlah mol air

$M_s$  = jumlah mol zat pelarut

Penggunaan hukum Raoult untuk menentukan aw sangat cocok, khususnya untuk formulasi yang aw-nya dikehendaki. Jika bahan pangan yang dikeringkan doletakkan dalam udara terbuka, maka kadar airnya akan mencapai keseimbangan dengan kelembapan udara sekelilingnya. Setiap kelembapan nisbi dapat menghasilkan kadar air seimbang tertentu.

### 1.3.2 Air Bahan

Kandungan air yang terdapat di dalam suatu bahan terdiri atas 3 jenis, masing-masing air bahan itu sebagai berikut:

#### 1. Air Bebas (*Free Water*)

Bagian air tersebut terdapat pada permukaan bahan, dapat dipergunakan oleh mikroba untuk pertumbuhan dan dapat pula dijadikan sebagai media reaksi kimiawi. Air bebas dapat dengan mudah diuapi pada pengeringan. Untuk menguapkan air bebas diperlukan energi yang lebih sedikit dibandingkan dengan menguapkan air terikat. Air yang dapat diuapkan disebut *vaporable water*. Apabila air bebas diuapkan seluruhnya, maka kadar air bahan berkisar antara 12% sampai 25%, tergantung pada jenis bahan serta suhu.

#### 2. Air Terikat Secara Fisik

Merupakan bagian air bahan yang terdapat dalam jaringan matriks bahan (tenunan bahan) karena adanya ikatan-ikatan fisik. Bagian air tersebut terdiri atas:

- a. Air terikat menurut sistem kapiler. Adanya pipa-pipa kapiler dapat menyebabkan terjadinya pergerakan pada air bahan.

- b. Air absorpsi, air tersebut terdapat pada tenunan bahan karena adanya tenaga penyerapan dari dalam bahan. Air itu akan menyebabkan pengembangan volume bahan. Akan tetapi air tersebut tidak menjadi komponen penyusun bahan tersebut.
- c. Air yang terkurung diantara tenunan bahan karena adanya hambatan mekanis. Biasanya terdapat pada bahan yang berserat. Air tersebut sangat sukar diuapkan pada proses pengeringan. Untuk menguapkannya harus dibantu dengan jalan merusak struktur jaringannya penyusun bahan tersebut, misalnya dengan penghancuran.

### 3. Air Terikat Secara Kimia

Menguapkan air dalam pengeringan dibutuhkan energi yang besar. Apabila kandungan air tersebut dihilangkan, maka akan terjadi pertumbuhan mikroorganisme dan terjadi reaksi pencokelatan (*browning*). Hidrolisis atau oksidasi lemak dapat dikurangi. Jika air tersebut dihilangkan semuanya, kadar air bahan berkisar antara 3-7%. Akan tercapai kestabilan optimal pada bahan, kecuali pada bahan teroksidasi akibat lemak tidak jenuh. Air bahan yang terikat secara kimia adalah:

- a. Air yang terikat sebagai air kristal atau kristal yang mengikat molekul air.
- b. Air yang terikat dalam sistem disperse koloidal terdiri atas partikel-partikel dengan bentuk dan ukuran beragam. Partikel-partikel yang terdispersi dalam air tersebut bermuatan listrik positif atau negatif, sehingga dapat menarik partikel yang berlawanan.

Kekuatan ikatan diantara ketiga bahan air tersebut berbeda-beda dan untuk memutuskan ikatannya diperlukan energi penguapan. Besarnya energi penguapan untuk air bebas paling rendah dibandingkan dengan energi penguapan. Untuk air yang terikat secara kimia paling besar diantara ketiga macam air tersebut.

#### 1.3.3 Kadar Air Bahan

Kadar air bahan kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bahan. ada dua metode untuk menentukan kadar air bahan yaitu berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan berdasarkan bobot basah (*wet basis*). Penentuan kadar air bahan berdasarkan bobot basah (*wet basis*) dalam perhitungan berlaku rumus sebagai berikut:

$$KA = \frac{W_a}{W_b} \times 100\%$$

Keterangan:

KA = kadar air bahan berdasarkan bobot basah (%)

W<sub>a</sub> = bobot air bahan (gr)

W<sub>b</sub> = bobot air basah (gr)

Bahan yang dinyatakan mempunyai kadar air 20% berdasarkan bobot basah, berarti 100 gram bahan tersebut terdapat air sebanyak 20 gram dan bahan kering air sebanyak 80 gram. Jika dinyatakan dalam sistem bobot kering, maka kadar airnya adalah  $(20/80) \times 100\%$  atau sama dengan 25%. Penentuan bobot kering suatu bahan dengan melakukan penimbangan. Penimbangan dilakukan setelah bobot bahan tersebut tidak berubah lagi selama pengeringan berlangsung. Untuk mengatasi masalah tersebut, biasanya dilakukan pengeringan dengan menggunakan suhu 105°C minimal selama 2 jam.

Analisis kadar air bahan biasanya ditentukan berdasarkan sistem bobot kering. Penyebabnya karena perhitungan berdasarkan bobot basah mempunyai kelemahan, yaitu bobot basah bahan selalu berubah-ubah setiap saat. Berdasarkan bobot kering, hal itu tidak akan terjadi karena bobot kering bahan selalu tetap. Perhitungan kadar air bahan berdasarkan bobot kering berlaku rumus sebagai berikut:

$$KA = \frac{W_a}{W_k \times 100\%}$$

Keterangan:

KA = kadar air bahan berdasarkan bobot basah (%)

Wa = bobot air bahan (gr)

Wb = bobot air basah (gr)

Berdasarkan kadar air (bobot basah dan bobot kering) dari bahan basah maupun bahan setelah dikeringkan, dapat ditentukan rasio perbandingan (*drying ratio*) dari bahan yang dikeringkan tersebut. Besarnya *drying ratio* dapat dihitung sebagai bobot bahan sebelum pengeringan per bobot bahan setelah pengeringan.

$$\text{Drying ratio} = \frac{\text{Bobot bahan sebelum pengeringan}}{\text{Bobot bahan setelah pengeringan}} = \frac{100 - M1}{100 - M0} = \frac{T0 + 1}{T1 + 1}$$

Keterangan:

M0 = persen air mula-mula

M1 = persen uap air setelah pengeringan

T0 = persen uap air awal persen bahan kering awal

T1 = persen uap air setelah pengeringan persen bahan setelah pengeringan

#### 1.3.4 Kadar Air Keseimbangan

Bahan basah di dalam alat pengering akan mengalami penguapan pada seluruh permukaannya. Penguapan tersebut akan terhenti pada saat tertentu karena molekul-molekul air yang belum diserap dari bahan sama jumlahnya dengan molekul-molekul air yang belum

diserap oleh permukaan bahan-bahan tersebut. Keadaan itu dikatakan sebagai keadaan keseimbangan antara penguapan dan pengembunan. Kadar air keseimbangan dalam keadaan seimbang disebut kadar air keseimbangan (*equilibrium moisture content*).

Keseimbangan itu terjadi pada suhu tertentu dan ditentukan oleh kelembapan nisbi tertentu. Kadar air keseimbangan suatu bahan dapat diartikan sebagai kadar air minimum yang dapat dikeringkan di bawah kondisi pengeringan yang tetap atau pada suhu dan kelembapan nisbi yang tetap. Suatu bahan berada dalam keadaan seimbang dengan kondisi sekelilingnya, apabila laju kehilangan air dari bahan menuju kondisi sekeliling (atmosfer) sama dengan laju air yang didapat dari udara sekelilingnya.

Apabila kelembapan nisbi udara sekeliling bahan dalam keadaan seimbang dengan sekitarnya disebut sebagai kelembapan nisbi keseimbangan (*equilibrium relative humidity*). Kadar Air Keseimbangan (KAK) atau *Equilibrium Moisture Content* (EMC) dapat disimpulkan sebagai keseimbangan antara kadar air bahan dengan suhu dan kelembapan udara sekelilingnya. Jika suatu bahan pangan dengan kadar air bahan tertentu ditempatkan dalam lingkungan dengan suhu dan kelembapan tertentu, maka kadar air bahan tersebut akan berubah sampai tercapai kadar air keseimbangan antara air dalam bahan dengan air di udara. Bahan atau melepaskan atau menyerap air untuk mencapai kadar air keseimbangan. Bahan yang dapat melepaskan dan menyerap air disebut dengan higroskopis.

Pengeringan dapat terjadi jika kombinasi suhu dan kelembapan udara memungkinkan bahan melepaskan air agar tercapai pada air keseimbangan. Kombinasi terbaik untuk pengeringan berupa udara dengan kelembapan rendah dan bersuhu tinggi. Kadar air keseimbangan menentukan batas pengeringan melalui udara pada kelembapan nisbi dan suhu tertentu, bahan higroskopis hanya dapat kering sampai tercapai pada air keseimbangan saja.

Kombinasi kelembapan nisbi dan suhu lingkungan bahan menentukan kadar air bahan mula-mula. Untuk itu, bahan tersebut akan menyerap air dan kadar akan naik hingga mencapai kadar keseimbangan. Laju pengeringan relatif dan berbeda antara kadar air bahan dengan kadar air keseimbangan. Jika kelembapan nisbi bahan akan berbeda, maka kadar air keseimbangannya juga akan berbeda. Penguapan air bahan akan terhenti dan jumlah molekul-molekul air yang akan diupkan sama dengan molekul-molekul air yang diserap oleh permukaan bahan.

### 1.3.5 Proses Pengeringan

Pengeringan diperoleh dengan cara penguapan air. Cara tersebut dilakukan dengan cara menurunkan kelembapan nisbi dengan mengalirkan udara panas di sekiling bahan, sehingga

tekanan uap air bahan lebih besar dari tekanan uap air di udara. Perbedaan tekanan itu menyebabkan terjadinya aliran uap air dari bahan ke udara. Faktor-faktor yang mempengaruhi penguapan adalah:

- a. Laju pemanasan waktu energi panas dipindahkan pada bahan
- b. Jumlah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air
- c. Tekanan pada saat terjadinya penguapan

Perubahan lain mungkin terjadi di dalam bahan selama penguapan berlangsung. Peristiwa yang terjadi selama pengeringan meliputi 2 proses, yaitu:

- a. Proses perpindahan panas, yaitu proses menguapkan air dari dalam bahan atau proses perubahan bentuk cair ke bentuk gas
- b. Proses perpindahan massa, yaitu proses perpindahan massa uap air dari permukaan bahan ke udara.

Proses perpindahan panas terjadi karena suhu bahan lebih rendah dibandingkan dengan suhu udara yang dialirkan di sekelilingnya. Panas yang dialirkan akan menaikkan suhu bahan dan menyebabkan tekanan uap air dalam bahan lebih tinggi dari tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara yang merupakan perpindahan masa. Sebelum proses pengeringan berlangsung, tekanan uap air di dalam bahan berada dalam keseimbangan dengan tekanan uap air di udara di sekitarnya.

Pada saat pengeringan dimulai, uap panas yang dialirkan meliputi permukaan bahan akan menaikkan tekanan uap air, terutama pada daerah permukaan sejalan dengan kenaikan suhunya. Proses tersebut terjadi karena perpindahan massa panas dari bahan ke udara dalam bentuk uap air, berlangsung atau terjadi pengeringan pada permukaan bahan. Setelah itu, tekanan uap air pada permukaan bahan akan menurun.

Jika kenaikan suhu terjadi pada seluruh bagian bahan, maka terjadi pergerakan air secara difusi dari bahan dan permukaannya dan seterusnya, penguapan pada permukaan bahan diulang lagi. Akhirnya setelah air bahan berkurang, tekanan uap air bahan akan menurun sampai terjadi keseimbangan dengan udara di sekitarnya. Pengeringan tidak dapat terjadi dalam satu waktu sekaligus. Jadi dalam pengeringan diperlukan waktu istirahat (*tempering time*). Selama waktu tersebut, seluruh air di dalam bahan akan mencapai keseimbangan.

#### 1. Industri Alat Pengering Surya

Perbaikan pengeringan tradisional dapat dilakukan perbaikan, maka dibuatlah inovasi alat-alat pengeringan, seperti alat pengering surya berbentuk peti maupun tenda, alat pengering surya tidak langsung, dan alat pengering ikan sederhana. Keuntungannya, alat dapat dibuat dari bahan-bahan yang relatif murah dan mudah diperoleh, dapat memanfaatkan sinar surya yang



terik, waktu hujan rintik-rintik ikan tidak menjadi basah, dan secara mutlak dapat mencegah pencemaran lalat karena selain terisolasi, suhu di dalam alat pengering dapat mematikan lalat atau belatung. Kelemahannya, suhu di dalam alat pengering harus dijaga jangan sampai melebihi 40°C pada jam-jam pertama pengeringan. Apabila suhu terlalu tinggi, maka bukan ikan kering yang diperoleh, tetapi ikan matang (seperti dipanggang). Selain itu, alat tersebut masih tergantung pada sinar matahari.



Gambar 6.1 Alat pengering tenaga surya

## 2. Pengering Rumah Kaca

Pengering rumah kaca pada prinsipnya merupakan ruang yang tertutup oleh dinding atau atap transparan (bening) sehingga sinar matahari dapat masuk ke dalamnya. Udara panas di dalam ruang ditangkap sehingga suhunya makin tinggi, lebih tinggi dari suhu udara di luar ruang. Suhu yang tinggi itulah yang dimanfaatkan untuk mempercepat proses penguapan air dari ikan. Di dalam ruang pengering, tidak ada gerakan udara sehingga mengurangi kecepatan pengeringan ikan. Namun demikian, secara keseluruhan alat tersebut dapat mengeringkan lebih cepat dari pengeringan di tempat terbuka. Uap air dibiarkan keluar dari ruangan melalui celah-celah yang ada pada sambungan-sambungan dinding.

Pengeringan dengan rumah kaca memberikan sumbangan yang besar dalam meningkatkan higienisan produk. Ikan yang dikeringkan tidak terkontaminasi dengan oleh alat, kotoran dan debu, saat musim hujan ikan tidak basah karena kehujanan. Berbagai bentuk dapat diterapkan pada pembuatan rumah kaca. Salah satu bentuk yang murah dan sederhana menggunakan dinding dari lembaran plastik dengan kerangka dari bambu atau kayu. Bentuk pengering dapat berupa kotak, persegi, kerucut dan piramida. Rak-rak dibuat dari bambu 60 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 100 cm yang dikenal dengan produk plastik. Suhu dalam ruangan pengering dapat ditingkatkan dengan penggunaan bidang berwarna hitam. Bidang hitam bersifat menyerap sinar matahari, sehingga cepat menjadi panas. Lembaran plastik hitam dapat dipakai sebagai pelapis di atas rak-rak dan dapat juga dipakai pada sebagian dinding pengering yang berbentuk persegi. Sisi yang hitam di letakkan di bagian barat pada pagi hari dan dibagian timur pada sore hari.

### 1.3.6 Pengeringan Mekanis

Alat-alat tersebut diatas masih tergantung dengan cuaca dan iklim. Oleh karena itu, dibuat alat mekanis yang tidak tergantung dengan alam. Alat itu dapat digunakan untuk menanggulangi kelimpahan ikan pada musim hujan. Untuk mencari alat pengering sederhana, praktis, murah dan dapat dilakukan terus-menerus dengan hasil yang cukup baik menggunakan cara pengeringan mekanis. Cara pengeringannya, udara dipanaskan kemudian dialirkan kedalam ruangan yang berisi ikan dalam rak-rak pengering melalui pertolongan kipas angin. Setelah cukup kering ikan dikeluarkan dan diganti dengan yang lain, demikian dilakukan terus-menerus.

Alat pengering berbentuk terowongan (*tunnel dryer*) dan berbentuk lemari (*cabinet dryer*) memiliki keuntungan yakni, pengeringan dapat dilakukan secara terus-menerus, bebas sama sekali dari lalat, waktu pengeringan relatif pendek, kapasitas pengeringan besar, mutu ikan asin yang dihasilkan lebih baik. Kekurangannya biaya tinggi, memerlukan keahlian atau peralatan-peralatan yang khusus. Hanya terbatas pada produk-produk yang mahal.

#### 1. Alat Pengering Tipe Sel

Alat tersebut digunakan untuk mengeringkan hasil pertanian berupa biji-bijian. Bentuknya menyerupai kotak tipis yang berlapis-lapis dan disusun berdampingan. Prinsip kerja pengeringan alat tersebut dengan memperluas permukaan bahan yang kontak dengan udara pengering. Faktor utama yang menentukan laju pengeringan pada alat tersebut adalah luas permukaan pengeringan serta laju perpindahan uap air yang ada disekitarnya.

Posisi masing-masing kotak harus vertikal agar aliran uap air dari bahan lebih sempurna. Permukaan daerah pengeringan dapat diperluas dengan memperbanyak kotak (sel). Dalam keadaan biasa, apabila tidak ada pengaruh angin dari samping, maka aliran udara akan bergerak secara konveksi dari bawah ke atas. Oleh karena itu, sel pengering ditempatkan diatas sebuah rak agar penguapan dapat berlangsung dengan baik. Upaya untuk mempercepat penguapan air bahan, permukaan kotak (sel) dibuat dari kawat kasa. Jarak masing-masing sel sekitar 20cm, bila lebih rapat kapasitas rak pengering menjadi lebih besar, tetapi waktu pengeringan lebih lama.

Jarak yang terlalu renggang dapat mempercepat waktu pengeringan, tetapi kapasitas alat lebih kecil. Bagian atas kotak (sel) dibiarkan terbuka agar lebih mudah memasukkan bahan dan mempercepat penguapan air bahan. Sisi-sisi sel menggunakan kawat kasa pada salah satu sisi bagian bawah dilengkapi dengan sebuah pintu kecil untuk mengeluarkan bahan yang telah kering. Tinggi masing-masing kotak (sel) sangat bervariasi, yang paling rendah biasanya 1 m

dengan Panjang 90 cm, disesuaikan dengan ukuran kawat kasa. Ketebalan masing-masing sel juga bervariasi, antara lain ditentukan oleh keadaan bahan yang dikeringkan.

## 2. Alat Pengering Tipe Bak

Alat pengering tipe bak tersebut juga digunakan untuk mengeringkan hasil pertanian berupa biji-bijian. Bahan diletakkan pada suatu bak yang dasarnya berlubang-lubang untuk melewatkan udara panas. Bentuk bak yang digunakan ada yang persegi panjang dan ada juga yang bulat. Bak yang bulat biasanya digunakan apabila alat pengering menggunakan pengaduk karena pengaduk berputar mengelilingi bak. Kecepatan pengadukan disesuaikan dengan bentuk bahan yang dikeringkan, ketebalan bahan, serta suhu pengeringan. Biasanya putaran pengaduk sangat lambat karena hanya berfungsi untuk menyeragamkan pengeringan. Alat pengering tipe bak terdiri atas beberapa komponen sebagai berikut:

- a. Bak pengering yang lantainya berlubang-lubang serta memisahkan bak pengering dengan ruang tempat penyebaran udara panas (*plenum chamber*).
- b. Kipas, digunakan untuk mendorong udara pengering dari sumbernya ke *plenum chamber* dan melewati tumpukan bahan di atasnya.
- c. Unit pemanas, digunakan untuk memanaskan udara pengering agar kelembapan nisbi udara pengering menjadi turun sedangkan suhunya naik.

Keuntungan dari alat pengering jenis itu sebagai berikut:

- a. Laju pengeringan lebih cepat
- b. Kemungkinan terjadinya *over drying* lebih kecil
- c. Tekanan udara pengering yang rendah dapat melalui lapisan bahan yang dikeringkan.

## 3 Alat Pengering Tipe Rak (*Tray Dryer*)

Alat pengering tipe rak (*tray dryer*) mempunyai bentuk persegi dan di dalamnya berisi rak-rak yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Pada umumnya rak tidak dapat dikeluarkan. Beberapa alat pengering jenis itu rak-raknya mempunyai roda, sehingga dapat dikeluarkan dari alat pengering. Ikan-ikan diletakkan di atas rak yang terbuat dari logam dengan alas yang berlubang-lubang. Kegunaan dari lubang tersebut untuk mengalirkan udara panas dan uap air. Ukuran rak yang digunakan bermacam-macam, ada yang luasnya 200 cm<sup>2</sup> dan ada juga yang luasnya 400 cm<sup>2</sup>. Luas rak dan besar lubang-lubang rak tergantung pada bahan yang dikeringkan.

Selain alat pemanas udara, biasanya juga digunakan kipas (*fan*) untuk mengatur sirkulasi udara dalam alat pengering. Kipas yang digunakan mempunyai kapasitas aliran 7-15 fet per detik. Udara setelah melewati kipas masuk ke dalam alat pemanas, pada alat tersebut udara dipanaskan lebih dahulu, kemudian dialirkan di antara rak-rak yang sudah berisi bahan.

Arah aliran udara panas di dalam alat pengering dapat dari atas ke bawah dan juga dari bawah ke atas.



Gambar 6.2 *Tray dryer*

Suhu yang digunakan serta waktu pengeringan ditentukan menurut keadaan bahan. Biasanya suhu yang digunakan berkisar antara 80 - 180°C. *Try dryer* dapat digunakan untuk operasi dengan keadaan vakum dan sering kali digunakan untuk operasi dengan pemanasan tidak langsung. Uap air dikeluarkan dari alat pengering dengan pompa vakum.

#### 4. Alat Pengering Hampa Udara

Alat tersebut biasanya digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan yang peka terhadap suhu tinggi, seperti sari buah dan larutan pekat lainnya. Ukuran alat itu hampir sama dengan pengeringan tipe rak, tetapi dioperasikan dalam keadaan hampa udara. Perpindahan panas berlangsung secara konveksi dan pancaran (radiasi). Uap air yang dihasilkan langsung diembunkan.

Pengeringan pada alat itu berlangsung dengan cepat pada suhu rendah. Pemanasan terjadi dengan jalan memasukkan udara panas ke dalam udara pengering melalui lubang-lubang yang terdapat pada setiap rak. Bahan ditebarkan setipis mungkin di atas rak yang terletak di atas papan berlubang. Uap yang terbentuk diisap dengan menggunakan proyektor uap.

#### 5. Pengering Beku

Pengeringan beku dan cara penanganan ikan di dalamnya mirip dengan *tunnel dryer*. Pada pengeringan beku sangat kecil kemungkinan terjadinya kerusakan bahan karena pada suhu rendah, kecil sekali peluang terjadinya kebusukan. Melalui penggunaan alat pengering beku, bentuk bahan kering dapat diusahakan sama dengan bentuk bahan basah. Pada pengeringan beku, perpindahan panas ke daerah pengeringan terjadi secara konduksi, radiasi, atau keduanya. Laju perpindahan panasnya harus selalu diawasi secara cermat. Pengeringan berlangsung pada tekanan yang sangat rendah. Pada pengeringan beku, bahan basah diletakkan

pada wadah yang tersedia dalam lemari yang kehampaannya sangat tinggi. Umumnya, sebelum dimasukkan ke dalam lemari bahan telah dibekukan terlebih dahulu. Udara dipindahkan dengan menggunakan pompa udara dan diembunkan.

Suhu dan tekanan udara yang digunakan sangat rendah, sehingga air bahan tetap dapat membeku dan berada di bawah titik tripel air. Dalam keadaan itu, air bahan yang membeku dapat langsung diuapkan tanpa mencair terlebih dahulu (menyublim). Untuk menjaga agar tetap terjadi sublimasi, laju pindah panas harus tetap rendah. Apabila laju pindah panasnya tinggi, suhu bahan menjadi naik dan berada di atas titik tripel air, sehingga es pada bahan akan mencair. Suhu yang tinggi juga dapat merusak permukaan bahan yang dikeringkan. Ikan yang dikeringkan dengan metode pengeringan beku memiliki mutu lebih baik daripada ikan yang dikeringkan dengan cara lain. Ikan lebih ringan karena lebih banyak air yang keluar dan lebih tahan lama. Proses pengeringan ikan juga berjalan lebih cepat. Namun penerapan teknologi tersebut dalam praktek industri masih belum dapat dijalankan secara ekonomis.

#### 6. Pengering Terowongan

Alat tersebut digunakan untuk pengeringan bahan dengan bentuk dan ukuran seragam. Biasanya bahan yang dikeringkan berbentuk butiran, sayatan/irisan, dan bentuk padatan lainnya. Bahan yang akan dikeringkan ditebarkan dengan tebal lapisan tertentu di atas baki atau anyaman kayu ataupun lempengan logam. Baki tersebut ditumpuk di atas sebuah rak/lori/truk. Jarak antara baki diatur sedemikian rupa sehingga memungkinkan udara panas dengan bebas dapat melewati tiap baki, sehingga pengeringan dapat seragam.

Truk/lori/rak bagian atasnya harus terbuka agar uap air dapat keluar. Truk yang sudah dimuati dengan baki yang berisi bahan basah dimasukkan satu per satu ke dalam lorong (*tunnel*) dengan interval waktu yang sesuai untuk pengeringan bahan. Ketika suatu rak/truk yang berisi bahan basah masuk ke dalam terowongan, maka satu truk yang berisi bahan yang telah kering akan keluar dari ujung yang lain. Terowongan tersebut merupakan ruangan yang Panjang dan dialiri dengan udara panas.

Rak/lori digerakkan dengan menggunakan sabuk (*belt*) secara perlahan-lahan. Pergerakan didalam terowongan dapat searah maupun berlawanan dengan aliran udara, tergantung dari jenis *tunnel dryer* yang digunakan. Panjang penampang berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran 2 x 2cm. Udara digerakkan dengan menggunakan kipas (*blower*) dan bergerak secara mendatar dengan kecepatan sampai 400 m per menit.

#### 7. Pengeringan dengan Sinar Inframerah

Sinar inframerah sudah sejak tahun 1960-an digunakan dalam industri perikanan untuk pengeringan dan perebusan ikan. Sinar tersebut mempunyai Panjang gelombang 0,76-400 mm

tergantung pada temperaturnya. Semakin tinggi temperature, maka semakin pendek Panjang gelombangnya.

Sinar inframerah memberikan panas radiasi yang sanggup menembus kulit ikan karena dipantulkan oleh dinding-dinding kapiler, bukan oleh permukaan kulit ikan. Sumber-sumber yang menghasilkan sinar inframerah sebagai berikut:

- a. Lampu radian
- b. Permukaan pijar dari logam atau keramik yang dipanaskan dengan listrik, pembakaran gas atau cara lain.
- c. Spiral atau pelat nikrom dipanaskan ddengan listrik hingga 800<sup>0</sup>C.
- d. Pembakar radian yang tidak menyala (*radiant flameless burner*)

Pengeringan dengan sinar inframerah tidak tergantung pada kecepatan udara dan temperatur sumber panas. Percobaan yang pernah dilakukan sebagai berikut:

- a. Pengeringan ikan berlangsung 2-3 kali lebih cepat dengan sinar inframerah ketimbang dengan udara panas.
- b. Pemakaian baja dan keramik sebagai pemancar panas radiasi lebih baik ketimbang pemakaian lampu radian.
- c. Panas radiasi harus diberikan dari kedua sisi ikan, tetapi dapat juga dipanaskan dengan panas pantulan.
- d. Ikan harus berada 8 cm di depan sumber panas atau lebih jauh.

### 1.3.7 Produk Hasil Pengeringan

#### 1. Tepung Cassava

Produk lanjutan dari bahan singkong yang berbentuk tepung berwarna putih bersih. Tepung cassava dapat digunakan sebagai bahan substitusi atau untuk mengurangi penggunaan tepung terigu karena mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi. Tepung cassava dapat diolah menjadi berbagai produk olahan misalnya mi ubi kayu, tiwul instan, aneka macam kue ubi kayu serta dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama asalkan dapat mempertahankan kandungan air dalam produk konstan  $\leq 14\%$ . Berbeda dengan tapioka yang merupakan pati dari singkong, tepung cassava adalah hasil penepungan semua komponen yang ada pada singkong, bukan hanya pati.

#### 2. Aneka Macam Mi

Mi merupakan salah satu produk yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia. Hampir seluruh dunia sudah mengenalnya, karena mi sudah tersebar luas hampir diseluruh negara di dunia dengan gaya memasak yang berbeda-beda. Di Indonesia banyak jenis mi,

seperti mi goreng jawa, mi goreng ujung pandang, mi pangsit, mi bakwan, mi bakso, mi aceh, mi ayam dan lainnya.

Hampir kebanyakan pada pembuatan mi menggunakan bahan baku terigu. Tetapi belakangan ini sudah banyak pengembangan mi yang terbuat dari bahan baku jagung atau biasa disebut mi jagung. Komposisi yang terdapat di dalam mi ini cenderung ada pada jagung yang dibuat adonan. Selanjutnya adonan yang telah diberikan berbagai macam bahan lain dikeringkan, sehingga mi jagung dapat awet dan dikonsumsi kapan saja.

### 3. Aneka Macam Krupuk

Krupuk merupakan salah satu jenis makanan olahan yang sudah banyak terdapat diberbagai tempat, sehingga tidak heran jika krupuk dijadikan sebagai salah satu makanan pendamping yang tidak bisa dilewatkan. Bahkan sebagian industri sudah banyak memproduksi krupuk sebagai camilan yang mudah dibawa ke berbagai tempat dan dengan berbagai varian rasa unik dan menarik bagi konsumen. Krupuk dibuat menggunakan bahan-bahan yang mudah didapat seperti tepung sagu, tapioca dan lainnya. Tidak heran krupuk banyak diadopsi oleh sebagian ibu rumah tangga untuk bisa membuat krupuk dirumah karena tata cara pembuatan krupuk tergolong sangat mudah dan tidak memerlukan peralatan khusus. Prinsip dasar pembuatan krupuk yaitu, proses pengeringan yang merata. Dengan pengeringan tersebut krupuk dapat diperoleh hasil yang merekah serta renyah saat dikonsumsi.

Selain itu, terdapat juga krupuk yang diolah berdasarkan inovasi dalam memanfaatkan limbah tulang ayam, kebanyakan masyarakat menyebutnya dengan krupuk tulang. Krupuk ini berasal dari tulang lunak kaki ayam yang dibuat adonan dan menjadi sebuah krupuk yang memiliki nilai gizi dan cita rasa yang nikmat.

Selain krupuk yang diolah untuk pendamping nasi, ada beberapa jenis krupuk juga yang menggunakan bahan baku buah-buahan atau bahan lain untuk dijadikan camilan. Buah yang biasa dikonsumsi dengan cara langsung kini sudah bisa dinikmati dengan cara dikeringkan, sehingga nutrisi yang terkandung dalam buah masih bisa kita peroleh. Beberapa jenis krupuk buah diantaranya menggunakan buah-buahan yang jumlahnya melimpah, sehingga untuk mengurangi kerusakannya dilakukan pengeringan dengan diolah menjadi krupuk.

### 4. Aneka Kue Kering

Setiap orang sudah tidak asing dengan kue kering, memiliki nama kue kering karena sifat kue yang tidak memiliki kandungan air didalamnya, sehingga menyebabkan kue memiliki tekstur yang renyah dan nikmat untuk dikonsumsi. Kandungan air yang hilang pada kue kering disebabkan oleh pengeringan selama proses pembuatan, sehingga kue kering memiliki cita rasa

yang khas. Keberadaan kue kering di Masyarakat sudah ada sejak zaman dahulu. Biasanya kue kering dapat ditemui saat acara khusus seperti hari raya keagamaan, pernikahan, dan ulang tahun. Tetapi seiring dengan perkembangan zaman yang semakin maju, keberadaan kue kering sudah mulai berkembang dan terus berinovasi menjadi lebih baik lagi. Terlebih kue saat ini banyak dijadikan sebagai buah tangan atau sebagai salah satu camilan pencuci mulut setelah makan.

Keuntungan dalam pembuatankue kering, yaitu memiliki umur simpan yang cukup lama. Perlakuan pengeringan membantu dalam proses membentuk kue agar tampak lebih menarik dan enak dipandang dibandingkan tanpa perlakuan pengeringan. Tidak hanya itu, proses pengeringan yang dilakukan melalui oven pengeringan kue akan menghasilkan nilai gizi dan aroma yang lebih baik dari sebelumnya. Hal ini menyebabkan keberadaan kue kering sangat diminati dan digemari oleh banyak orang terutama untuk cemilan sehari-hari di rumah.

## **1.4 Pengasapan**

### **1.4.1 Prinsip Pengasapan**

Tujuan pengasapan ikan, pertama untuk mendapatkan daya awet yang dihasilkan asap. Tujuan kedua untuk memberikan aroma yang khas tanpa peduli kemampuan daya awetnya. Pengasapan merupakan pengolahan atau pengawetan dengan memanfaatkan kombinasi perlakuan pengeringan dan pemberian senyawa kimia alami dari hasil pembakaran bahan bakar alami. Melalui pembakaran akan terbentuk senyawa asap dalam bentuk uap dan butiran-butiran tar serta dihasilkan panas. Senyawa asap tersebut menempel pada ikan dan terlarut dalam lapisan air yang ada di permukaan tubuh ikan, sehingga terbentuk aroma dan rasa yang khas pada produk dan warnanya menjadi keemasan atau kecoklatan.

### **1.4.2 Tujuan Pengasapan**

Ikan asap sudah dikenal sejak zaman dahulu kala. Konon terjadinya tanpa disengaja. Ketika itu, umumnya orang mengawetkan daging ikan dan ikan dengan cara dikeringkan di bawah terik matahari. Namun, pada musim hujan dan musim dingin orang mengeringkannya dengan bantuan api, sehingga pengaruh asap pun tidak dapat dihindarkan. Panas yang dihasilkan dari pembakaran kayu menyebabkan terjadinya pengeringan. Selain akibat panas, pengeringan terjadi karena adanya penarikan air dari jaringan tubuh ikan oleh penyerapan berbagai senyawa kimia yang berasal dari asap. Pengasapan ikan merupakan pengawetan ikan dengan menggunakan asap yang berasal dari pembakaran kayu atau bahan organik lainnya. Pengasapan ikan dilakukan dengan tujuan: (1) untuk mengawetkan ikan dengan memanfaatkan bahan-bahan alam dan (2) untuk memberi rasa dan aroma yang khas.



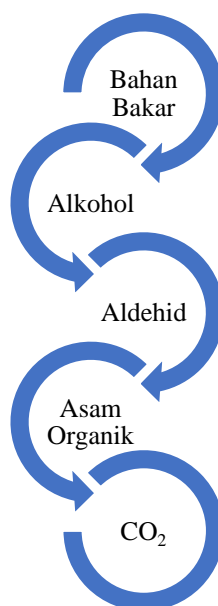
### 1.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Pengasapan

Faktor yang mempengaruhi pengasapan, di antaranya suhu pengasapan. Suhu awal pengasapan sebaiknya rendah agar penempelan dan pelarutan asap berjalan efektif. Jika pengasapan langsung dilakukan pada suhu tinggi, maka lapisan air pada permukaan tubuh ikan akan cepat menguap dan daging ikan cepat matang, sehingga akan menghambat penempelan asap. Setelah warna dan aroma terbentuk dengan baik, suhu pengasapan dapat dinaikkan untuk membantu pengeringan dan pematangan ikan. Faktor lainnya yang mempengaruhi pengasapan adalah kelembaban udara, jenis kayu, jumlah asap, ketebalan asap, dan kecepatan aliran asap di dalam alat pengasap. Faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi banyaknya asap yang kontak dan menempel pada ikan.

### 1.4.4 Bahan Bakar dan Pembakaran

Bahan bakar yang lazim digunakan dalam pengasapan adalah kayu, dapat berupa serbuk gergaji, sabut kelapa, merang, ampas tebu, dan lain sebagainya. Komponen bahan organik yang dibakar mengandung komponen, seperti selulosa, hemiselulosa, dan sebagainya. Jika pembakaran tidak sempurna, maka asap yang mengandung bahan organik akan bereaksi dengan ikan dan menghasilkan aroma asap. Saat dibakar, semua komponen itu berubah, air berubah menjadi uap dan butiran-butiran air.

Jika jumlah oksigen cukup banyak, maka hasil pembakaran tersebut akan berupa uap air, gas asam karang, dan abu hasil pembakaran tidak terbentuk asap. Apabila jumlah oksigen tidak mencukupi, akan terbentuk asap yang terdiri atas  $\text{CO}_2$ , alkohol, aldehid, asam organik, dan lain sebagainya. Pembakaran berlangsung secara bertingkat sebagai berikut.



Gambar 6.3 Perubahan kimiawi pada pengasapan

Zat-zat tersebut dapat terjadi bersama-sama karena api dan oksigen tidak merata, sehingga tingkat oksidasi berbeda pada tempat yang berlainan. Jadi, asap sesungguhnya merupakan campuran dari cairan, gas, dan padatan yang terdiri atas:

1. CO<sub>2</sub> dalam bentuk gas.
2. Air dalam bentuk gas dan butiran-butiran.
3. Zat-zat lain yang mudah menguap seperti alkohol dan aldehid dalam bentuk cairan dan gas.
4. Zat-zat padat yang tidak terbakar ikut terbawa arus asap.



Gambar 6.4 Proses pengasapan ikan

#### 1.4.5 Asap Sebagai Pengawet, Pembentuk Warna, Rasa, dan Aroma

Jenis kayu yang baik untuk pengasapan adalah kayu yang lambat terbakar, banyak mengandung senyawa-senyawa mudah terbakar, dan menghasilkan asam. Jenis dan kondisi kayu juga menentukan jumlah asap yang dihasilkan. Asap memiliki sifat sebagai pengawet. Fenol yang dikandungnya memiliki sifat bakteriostatik yang tinggi, sehingga menyebabkan bakteri tidak berkembang biak, fungisidal sehingga jamur tidak tumbuh, dan antioksidan sehingga cukup berperan mencegah oksidasi lemak pada ikan.

Pewarnaan, rasa, dan aroma ikan asap tergantung pada komponen yang dihasilkan melalui pembakaran. Hal itu berarti juga tergantung pada jenis kayu yang digunakan. Senyawa asam organik dalam asap akan memberikan warna. Fenol dan formaldehid membentuk lapisan damar, sehingga produk menjadi mengilap. Namun, fenol senyawa utama pembentuk aroma asap yang khas. Komponen-komponen asap yang merupakan bahan pengawet sebagai berikut:

1. Alkohol (metil alkohol dan etil alkohol)
2. Aldehid (formaldehid dan asetaldehid)
3. Asam-asam organik (asam semut dan asam cuka)

Zat-zat pengawet tersebut hanya terdapat sangat kecil, sehingga daya awet yang ditimbulkan tidak begitu berarti. Pada umumnya ikan yang diawetkan digarami terlebih dahulu, terutama yang akan dilakukan pengasapan dingin. Bahan organik (kayu) yang akan digunakan dalam pembakaran, hendaknya dipilih dari jenis kayu yang keras. Kayu yang mengandung

damar tidak baik untuk pengasapan ikan karena menimbulkan bau dan rasa yang kurang enak. Kayu yang rusak, lapuk atau berjamur juga tidak baik karena membawa bau organisme yang tumbuh di bahan tersebut. Kayu yang baik adalah yang keras, murah, dan mudah didapat. Komposisi kimia kayu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6.2 Komposisi Kimia Asap Kayu

Komposisi kimia	Kandungan mg/m <sup>3</sup> Asap
Formaldehid	30-50
Aldehid (termasuk furfura)	180-230
Keton termasuk aseton	190-200
Asam formiat	115-160
Asam asetat dan asam lainnya	600
Metil alcohol	-
Tar	1.295
Fenol	25-40

#### 1.4.6 Jenis-Jenis Pengasapan

Ada dua jenis pengasapan, yaitu pengasapan panas dan pengasapan dingin, semuanya tergantung jumlah panas yang digunakan. Selain itu, berkembang pula pengasapan yang tergolong baru berupa pengasapan elektrik dan pengasapan liquid yang dikenal dengan asap cair. Perbedaan antara pengasapan panas dengan pengasapan dingin dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Beberapa Perbedaan Pengasapan Panas dan Pengasapan Dingin

Jenis Pengasapan	Temperatur	Waktu	Daya Awet
Pengasapan dingin	45-50 <sup>0</sup> C	1-2 minggu	2-3 minggu sampai beberapa bulan
Pengasapan panas	70-100 <sup>0</sup> C	Beberapa jam	Beberapa hari

Suhu yang digunakan untuk pengasapan panas cukup tinggi, sehingga daging ikan menjadi matang. Daya awet ikan yang diasap panas dikarenakan garam, asap, dan panas. Sedangkan pada ikan yang diasap dingin dikarenakan garam, asam, dan pengeringan. Pengeringan tersebut akan terjadi akibat aliran asap dalam jangka waktu yang lama. Hal itu sangat penting karena daya awet yang ditimbulkan oleh asap dan garam tidak mencukupi.

Pengasapan yang terlalu lama akan menghilangkan kelembatan ikan karena terlalu banyak air yang hilang. Demikian pula pemakaian asap yang terlalu panas. Pengasapan berlangsung sebagai berikut. Penggaraman dilakukan dengan jumlah garam yang bervariasi, tergantung pada tujuan, yaitu menggunakan garam sebanyak 10-40% selama 20-60 menit. Pencucian ikan bertujuan untuk mengurangi kadar garam pada kulit dan menghilangkan kristal-

kristal garam pada permukaan daging ikan. Selanjutnya, ikan digantung di tempat yang kering dan teduh selama 1-2 jam.



Gambar 6.5 Ikan hasil pengasapan

Apabila memungkinkan, di tempat terbuka yang tertiuip angin. Bertujuan untuk mengeringkan bagian permukaan ikan hingga terbentuk *pellicle*, yaitu permukaan ikan yang licin dan elastis atau lapisan tipis dan tidak berwarna (bening), terutama ikan-ikan yang tidak bersisik. Alat penggantung ikan yang dipakai dalam pengeringan tersebut biasanya penggantung ikan yang dipakai pada pengasapan. Timbulnya *pellicle* mempercepat penempelan partikel-partikel asap pada ikan. Penggantungan ikan dapat dilakukan dengan menggunakan rusuk besi, tali atau kait.

#### 1. Pengasapan Dingin (*Cold Smoking*)

Pengasapan dingin (*cold smoking*) adalah pengasapan dengan cara meletakkan ikan yang akan diasap agak jauh dari sumber asap (tempat pembakaran kayu), dengan suhu sekitar 40-50°C dengan lama pengasapan beberapa hari sampai dua minggu. Waktu pengasapannya dapat mencapai 4-6 minggu. Penggunaan suhu rendah dimaksudkan agar daging ikan tidak menjadi masak atau protein di dalamnya tidak terkoagulasi. Akibatnya, ikan asap yang dihasilkan masih tergolong setengah masak, sehingga sebelum ikan asap disantap masih perlu diolah kembali menjadi produk siap santap.

#### 2. Pengasapan Panas (*Hot Smoking*)

Pengasapan panas dengan menggunakan suhu pengasapan yang cukup tinggi, yaitu 80-90°C. Akibat suhunya tinggi, waktu pengasapan juga lebih pendek, yaitu 3-8 jam dan ada yang hanya 2 jam. Melalui suhu yang tinggi, daging ikan menjadi masak dan tidak perlu diolah terlebih dahulu sebelum disantap. Suhu pengasapan yang tinggi mengakibatkan enzim menjadi tidak aktif, sehingga dapat mencegah kebusukan. Pengawetan tersebut juga dikarenakan adanya asap. Jika suhu yang digunakan 30-50°C, maka disebut pengasapan panas dengan suhu rendah dan jika suhunya 50-90°C, maka disebut pengasapan panas dan suhu tinggi.

### 3. Pengasapan Elektrik (*Electric Smoking*)

Ikan asap dengan asap dari pembakaran gergaji (serbuk gergaji) yang dilewatkan medan listrik dengan tegangan tinggi. Ikan pun mengalami tahap pengeringan untuk mempersiapkan permukaan ikan menerima partikel asap, lalu tahap pengasapan, dan tahap pematangan. Pada ruang pengasap dipasang kayu melintang dibagian atas dan dililitkan kabel listrik. Ikan digantung dengan kawat pada kayu berkabel listrik tersebut.

### 4. Pengasapan Cair (*Liquid Smoking*)

Asap liquid pada dasarnya merupakan asam cuka (vinegar) kayu yang diperoleh dari destilasi kering terhadap kayu. Pada destilasi kering tersebut, vinegar kayu dipisahkan dari tar dan hasilnya diencerkan dengan air lalu ditambahkan garam dapur secukupnya, kemudian ikan direndam dalam larutan asap tersebut selama beberapa jam. Faktor penting yang perlu diperhatikan pada pengasapan *liquid* adalah konsentrasi, suhu larutan asap, serta waktu perendaman. Setelah itu, ikan dikeringkan di tempat teduh. Kelebihan penggunaan asap cair dalam pengasapan adalah:

- a. Beberapa aroma dapat dihasilkan dalam produk yang seragam dengan konsentrasi yang lebih tinggi
- b. Lebih intensif dalam pemberian aroma.
- c. Kontrol hilangnya aroma lebih mudah.
- d. Dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bahan pangan.
- e. Dapat digunakan oleh konsumen pada level komersial.
- f. Lebih hemat dalam pemakaian kayu sebagai sumber asap.
- g. Polusi lingkungan dapat diperkecil.
- h. Dapat diaplikasikan ke dalam berbagai kehidupan seperti penyemprotan, pencelupan atau dicampur langsung ke dalam makanan.
- i. Alat pembuat asap cair dapat dibuat dari dua buah drum yang dihubungkan oleh pipa, berfungsi mengalirkan asap dari drum tempat pembakaran kayu ke drum yang berfungsi untuk mendinginkan asap, sehingga dihasilkan asap cair. Drum yang berfungsi sebagai pendingin diisi dengan air untuk membantu pendinginan asap.

Asap sebagai agen penyebab kanker (karsinogen) dan perubahan gen (mutagen) semakin marak. Asap, tidak hanya asap rokok, tetapi juga asap pada daging ikan yang dipanggang, dibakar atau diasap, dicurigai sebagai agen kanker yang berbahaya. Ada tiga kelompok senyawa utama yang diklam sebagai penyebab kanker, yaitu kelompok senyawa *Policyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH), *N-nitroso Compound* (NNC), dan *Heterocyclic*

*Aromatic Amine* (HHA). senyawa PAH biasanya ditemukan pada ikan asap, NNC pada daging asap, dan HAA pada ikan dan daging bakar atau panggang.



Gambar 6.6 Asap cair

#### 1.4.7 Peralatan Pengasapan

Peralatan yang digunakan dalam industri pengasapan ikan, antara lain alat pengasap, meja pengolah, peti insulasi, *freezer*, *cold storage*, mesin penghancur es, bak pencucian dan perendaman dalam larutan garam, serta peralatan dan fasilitas lainnya. Model alat pengasap yang biasa digunakan untuk pengasapan ikan dari yang sederhana hingga yang cukup baik desain dan kinerjanya. Berikut ini disajikan beberapa keterangan mengenai alat pengasap ikan.

##### 1. Alat Pengasap Semi Konvensional

Alat pengasap tersebut berupa bangunan mirip rumah dengan kerangka kayu atau besi yang terdiri atas dua bagian, yaitu bagian tungku terletak di bagian bawah dan tempat pengasapan dibagian atas. Dinding dan bagian atas alat pengasap dibiarkan terbuka dan dibuat bersusun tiga, sedangkan dinding tungku ditutup seng dan dipasang pintu untuk mengurangi asap dan panas yang terbang. Di atas tungku ditempatkan pelat baja berlubang untuk meratakan panas/asap. Sistem pemasangan yang digunakan alat bongkar pasang (*knock down*) agar mudah dipindahkan. Alat pengasap seperti itu boros karena banyak panas dan asap yang terbang.

Ukuran ruang pengasapan dapat diatur sesuai dengan jumlah dan ukuran ikan yang diasap serta cara penetapannya. Jika ikan disusun pada rak dengan posisi mendatar, maka jarak antara rak cukup 10-15 cm. Namun jika ikan disusun dengan cara digantung, maka jarak antar ikan diatur tidak saling bertindihan. Hal terpenting adalah jarak antara lapisan ikan paling bawah dengan tungku cukup, sehingga api tidak menyentuh ikan langsung.

## 2. Alat Pengasap Model Kabinet atau Rumah Pengasap

Konstruksi pengasap model kabinet tersebut mirip bentuk rumah, sehingga sering disebut rumah pengasap. Seperti pada pengasap konvensional, pengasap kabinet terdiri atas dua bagian, yaitu bagian bawah untuk tungku dan bagian atas untuk ruang pengasapan. Konstruksi dapat berupa kerangka besi siku, dinding, dan atap dari pelat besi tipis. Dapat juga menggunakan kerangka kayu atau menggunakan dinding bata tak permanen.

Bagian tungku dan bagian pengasap dipasang pintu dan pada atap dipasang tutup yang dapat diatur bukannya. Di sekeliling tungku diberi lubang-lubang untuk ventilasi yang dapat ditutup. Ventilasi serupa dipasang pada ruang pengasap. Seperti alat pengasap konvensional, ruang pengasap dapat diatur ukurannya sesuai dengan ikan yang diasap dan cara penempatannya. Jika ikan disusun horizontal pada rak, maka jarak antara rak cukup 10-15 cm. Jika ikan digantung, maka jarak antara ikan perlu diatur, sehingga tidak saling bertindihan. Hal terpenting adalah jarak antara lapisan ikan paling bawah dengan tungku cukup, sehingga api tidak menyentuh ikan langsung.

## 3. Alat Pengasap Model Drum

Alat tersebut (terdiri atas dua bagian, yaitu bagian bawah untuk tungku dan bagian atas untuk ruang pengasapan) dibuat dari drum bekas ukuran 200 liter. Dengan kapasitas cukup kecil, sehingga cocok untuk pengasapan berskala kecil. Dasar drum dibuat lubang-lubang untuk pemasukan udara segar dan untuk sarana pembuangan abu, sedangkan di bagian atas dipasang pipa sebagai cerobong. Antara tungku dan ruang pengasapan dibuat bersusun dengan ukuran tergantung ukuran ikan dan penyusunan ikan. Biasanya jarak antara pembatas berlubang dengan lapisan ikan terbawah diatur sekitar 10-15 cm.

## 4. Alat Pengasap dengan Penggerak Motor Listrik

Alat pengasap tersebut mungkin belum banyak digunakan. Bentuknya seperti bangunan rumah dan kamar biasa yang seluruhnya digunakan sebagai ruang pengasap. Dinding dibuat dari batu bata permanen atau kayu atau bahan lain, sedangkan atapnya dari seng atau asbes gelombang. Dibagian belakang bangunan dipasang tungku dengan model bermacam-macam. Dapat di buat dari drum bekas ukuran 200 liter atau dengan tungku batu bata. Bagian depan bangunan dipasang pintu lebar, sehingga jika dibuka seluruh bagian dalam ruang pengasapan akan tampak.

Di dalam ruang pengasapan dipasang rak-rak yang dapat diputar (dipasang motor listrik) dan dapat ditarik keluar (dipasang roda di bagian bawahnya) untuk menempatkan ikan. Rak tersebut dibuat dari kerangka besi berbentuk kotak dengan bagian tengah dipasang sumbu dari pipa besi. Sumbu ini kemudian dihubungkan dengan motor listrik, sehingga rak dapat

diputar agar pengasapan lebih merata. Rak kerangka besi dipasang kait untuk menggantung ikan yang diasap. Ikan yang akan diasap digantungkan pada penggantung berupa besi panjang berpengait, kemudian digantungkan pada rak yang dapat berputar. Dengan desain itu, alat pengasap dapat dirancang berukuran besar, sehingga kapasitasnya dapat diatur sesuai dengan skala usaha. Selain itu, produk yang dihasilkan lebih baik karena pengasapan berjalan merata dan efisien.

#### 5. Alat Pembuat Asap Cair

Asap cair merupakan cairan yang dihasilkan dari pengembunan asap (kondensasi) hasil pirolisis bahan biomassa yang diberikan suhu tertentu. Asap yang dihasilkan dari pembakaran kayu, tempurung kelapa, sampah dedaunan, tongkol jagung kering, sekam padi, dan lainnya. Hasil pembakaran selanjutnya disalurkan melalui pipa-pipa kecil yang sistem kerjanya menyerupai alat destilasi cairan pada umumnya. Dari proses destilasi tersebut, senyawa yang terkandung dalam asap bersama kotoran (tar) akan dipisahkan, sehingga yang diperoleh hanya *liquid* yang murni berwarna cokelat tua sampai jernih kekuningan. Cairan asap tersebut memiliki aroma dan rasa asap yang spesifik. Alat untuk memproduksi asap cair dengan ukuran tinggi 87 cm, diameter 59 cm drum besi, dan 30 kg tempurung kelapa kering dapat dihasilkan asap cair sebanyak kurang lebih 7 liter/7 jam produksi.

Adapun manfaat dan kegunaan asap cair, antara lain:

1. Sebagai pengganti asam semut untuk pengolahan getah karet, penyamakan kulit, pengganti antiseptik untuk kain, menghilangkan jamur, dan mengurangi bakteri patogen yang ada di dalam kolam ikan peliharaan.
2. Memberikan cita rasa atau flavour asap pada bahan pangan atau masakan setelah mengalami pengolahan yang lebih lanjut.
3. Memberikan warna yang khas pada makanan dari produk pengasapan.
4. Sebagai antimikrobia yang di dapat dari efek bakterian atau antibakteri.



Gambar 6.7 Alat destilasi asap cair



#### 1.4.8 Pengasapan Tidak Langsung

Alat pengasap yang telah diungkapkan di atas semuanya dengan model pengasapan langsung, yaitu tungku ditempatkan langsung di bagian bawah alat pengasap, sehingga asap dan panas dari asap yang mengandung formaldehid, asam-asam organik, fenol dan komponen organik lainnya. Di berikan oleh pengasapan karena pemanasan, pengeringan ataupun gabungan dari keduanya.

Langsung masuk ke dalam ruang pengasapan. Untuk pengasapan dingin, model seperti itu kurang sesuai karena suhu pengasapan biasanya tinggi. Model alat pengasapan lain adalah menempatkan tungku terpisah dari ruang pengasapan atau disebut dengan istilah pengasapan tidak langsung. Asap dari tungku dialirkan masuk ke dalam ruang pengasapan melalui pipa. Melalui cara itu, masuknya panas dari tungku ke dalam ruang pengasapan lebih mudah diatur, sehingga pengaturan suhunya lebih mudah dilakukan. Di sisi lain, asap yang masuk ruang pengasapan dapat diatur lebih tebal atau tipisnya asap. Melalui kondisi seperti itu, alat pengasapan model tersebut sesuai untuk pengasapan dingin atau pengasapan yang memerlukan suhu tidak tinggi atau yang memerlukan jumlah asap tebal.

#### 1.4.9 Produk Hasil Pengasapan

##### 1. Aneka Ikan Asap

Pengasapan adalah salah satu teknik pengawetan dengan cara pemberian asap pada bahan pangan. Biasanya pengasapan dilakukan pada bahan pangan yang sifatnya *perishable* atau mudah rusak. Contohnya seperti ikan yang merupakan makhluk air yang cenderung sangat rentan dan mudah mengalami pembesukan akibat kandungan air yang banyak dan aktivitas mikroba yang cenderung semakin mempercepat kerusakan kandungan nutrisi di dalamnya. Oleh sebab itu, ikan harus ditangani secepat mungkin dan bila perlu diberikan perlakuan pendinginan atau pembekuan untuk menjaga ikan agar tetap segar. Tetapi kondisi tersebut tidak selamanya dapat bertahan lama, sehingga cara lain yang dapat ditempuh untuk mengawetkan ikan agar tetap bisa bertahan adalah dengan metode pengasapan. Pengasapan bukan hanya sekadar mengawetkan ikan, tetap memberikan nilai gizi yang lebih pada ikan dalam memenuhi nutrisi tubuh dan meningkatkan selera makan.

Dalam proses pengasapan, asap yang dihasilkan dari pembakaran terdiri dari uap dan partikel-partikel yang amat kecil dan memiliki komposisi kimia. Senyawa-senyawa kimia yang menguap diserap oleh ikan, menyebabkan senyawa tersebut mempengaruhi warna dan rasa pada ikan yang diberi asap. Partikel-partikel padatan dalam pengasapan akan

mengawetkan makanan karena adanya aktivitas desinfeksi dari formaldehid, asam asetat, dan fenol yang terkandung dalam asap.

## 2. Telur Asin Asap

Pembuatan telur asap berasal dari telur bebek yang telah mengalami pengawetan secara alami dengan perlakuan pengasinan atau disebut telur asin. Hal yang berbeda adalah telur asin ini memiliki daya tahan penyimpanan yang cukup panjang dan aroma khas diberikan perlakuan pengawetan lainnya berupa pemberian asap. Telur asin yang telah matang dalam proses pengukusan, selanjutnya telur tersebut dimasukan ke dalam lemari pengasapan yang akan di asapi menggunakan kayu bakar atau limbah batok kelapa untuk dimanfaatkan asap pembakarannya. Selajutnya telur tersebut dibiarkan selama 5 sampai 8 jam, dalam pengasapan ini akan diperoleh rasa dan aroma telur asin yang berbeda dari telur asin yang biasanya. Telur asin asap cenderung memiliki warna cangkang telur berwarna cokelat kehitaman, hal ini disebabkan kandungan garam yang ada di dalam telur ikut menguap dan asap menempel pada perbukaan kulit telur. Kandungan air garam di dalam telur berkurang jika dibelah menyebabkan putih telur di dalamnya akan berubah sedikit kecokelatan dan kuning telur berwarna kuning kecokelatan.

## 3. Daging Sapi Asap

Daging sapi asap merupakan salah satu jenis produk makanan yang menggunakan perlakuan pengasapan pada bahan baku daging, untuk meningkatkan daya simpan dan digunakan sebagai produk makanan lainnya. Banyak sekali jenis daging sapi asap yang sudah dijual di pasaran, salah satunya adalah dendeng sapi asap.

### 1.5 Pasteurisasi

Pasteurisasi adalah pemanasan susu dengan suhu dan waktu tertentu. Pemanasan pada suhu perteurisasi dimaksudkan untuk membunuh sebagian mikroba patogenik pada susu, dengan seminimum mungkin kehilangan gizinya dan mempertahankan semaksimal mungkin sifat fisik dan cita rasa susu segar. Proses pasteurisasi dilakukan dengan memanaskan susu pada suhu 62°C selama 30 menit atau suhu 72°C selama 15 detik. Pasteurisasi tidak dapat mematikan bakteri non patogen, terutama bakteri pembusuk. Susu pasteurisasi bukan merupakan susu awet. Penyimpanan susu pasteurisasi dilanjutkan dengan metode pendinginan. Metode pendinginan pada suhu maksimal 10°C memperpanjang daya simpan susu pasteurisasi. Mikroba pembusuk tidak dapat tumbuh dan berkembang pada suhu 3-10°C.

Proses ini diberi nama sesuai pencetusnya yang bernama Louis Pasteur, seorang ilmuwan Perancis. Tes pasteurisasi pertama diselesaikan oleh Pasteur dan Claude Bernard pada

20 April 1862. Pasteurisasi merupakan suatu cara perlakuan panas di bawah suhu sterilisasi yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen, tetapi tidak membunuh mikroorganisme pembusuk dan nonpatogen. Pada prosesnya, pasteurisasi dibedakan menjadi tiga metode pemberian suhu panas yang terdiri dari:

1. *Low Temperatur Long Time*: suhu 63°C selama 30 menit.
2. *High Temperatur Short Time*: suhu 72°C selama 15 detik.
3. *Ultra High Temperatur*: suhu 134-150°C selama 2-5 detik

Pemanasan pada temperatur tinggi dan waktu singkat HTST (*High Temperature Short Time*), memiliki perpanjangan waktu simpan yang sama dengan pemanasan pada temperatur lebih rendah dan waktu yang lebih lama atau LTLT (*Low Temperature Long Time*), tetapi memiliki retensi (penahanan) sifat-sifat sensori (seperti rasa, warna, aroma tekstur) dan nilai-nilai gizi yang lebih baik. Proses HTST lebih menguntungkan dibandingkan dengan proses LTLT.

Sedangkan UHT (*Ultra High Temperature*) adalah proses sterilisasi yang diaplikasikan pada pengolahan pangan seperti susu UHT Ultra yang memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan proses sterilisasi yang biasa (HTST dan LTLT) yang dilakukan pada pengalengan. Prinsipnya adalah membunuh semua mikroorganisme patogen dan pembusuk, sehingga masa simpan sangat panjang. Pasteurisasi sebaiknya disertai penyimpanan pada suhu dingin, sehingga daya simpan lebih lama. Contoh: susu pasteurisasi yang disimpan dalam lemari es dalam 1 minggu atau lebih tidak terjadi perubahan cita rasa yang nyata, tetapi jika susu tersebut disimpan pada suhu kamar, maka akan menjadi busuk dalam 1 atau 2 hari.

Susu pasteurisasi adalah susu segar yang diolah melalui pemanasan dengan tujuan mencegah kerusakan susu akibat aktivitas mikroorganisme perusak (patogen) dengan tetap menjaga kualitas nutrisi susu. Pasteurisasi tidak mematikan semua mikroorganisme tetapi hanya mematikan kuman yang patogen dan tidak membentuk spora. Proses ini sering diikuti teknik lain seperti pendinginan atau pemberian gula dengan konsentrasi tinggi. Tujuan pengolahan susu pasurisasi sebagai berikut:

1. Membunuh semua bakteri patogen (penyebab penyakit) yang umumnya dijumpai pada bahan pangan, yaitu bakteri-bakteri patogen yang berbahaya ditinjau dari kesehatan masyarakat.
2. Memperpanjang daya tahan simpan bahan pangan dengan jalan mematikan bakteri pembusuk dan menonaktifkan enzim pada bahan pangan yang asam (PH < 4,5).

Bahan pangan hasil pertanian relatif mudah mengalami perubahan yang mengarah pada kerusakan bahan pangan tersebut, terutama pada bahan pangan yang sering kita konsumsi

setiap harinya yang cenderung bersifat *perishable* seperti daging, buah, dan sayur. Jenis kerusakan yang terjadi pada bahan pangan sangat beragam. Banyak hal yang dapat menjadi pemicu kerusakan tersebut, diantaranya mikroorganisme, suhu, penyimpanan, pengolahan pascapanen, dan masih banyak lagi faktor pemicu lainnya.

Ada banyak metode dan cara untuk mencegah terjadinya kerusakan bahan pangan tersebut, salah satunya dengan proses termal yaitu pemberian suhu tinggi, baik dalam mengawetkan maupun dalam pengolahan pangan. Memasak, menggoreng, memanggang, dan kegiatan pemanasan lain adalah cara-cara pengolahan yang menggunakan panas. Proses-proses tersebut membuat makanan menjadi lebih lama. Tujuan proses termal:

1. Memiliki efek yang diinginkan pada kualitas makanan (kebanyakan makanan dikonsumsi dalam bentuk yang dimasak)
2. Memiliki efek pengawetan pada makanan melalui destruksi enzim dan aktivitas mikroorganisme, serangga, dan parasit.
3. Destruksi atau penghancuran komponen-komponen anti nutrisi, sebagai contoh tripsin inhibitor pada kacang-kacangan
4. Perbaikan ketersediaan beberapa zat gizi, contohnya daya cerna protein yang semakin baik, gelatinisasi pati, dan pelepasan niasin yang terikat.
5. Kontrol kondisi pengolahan yang relatif sederhana.

Pemberian suhu tinggi pada pengolahan dan pengawetan pangan di dasarkan kepada kenyataan bahwa pemberian panas yang disesuaikan dapat membunuh sebagian besar mikroba dan menginaktifkan enzim. Selain itu, makanan menjadi lebih aman karena racun-racun tertentu rusak karena pemanasan, misalnya racun dari bakteri *Clostridium botulinum*. Pada dasarnya prinsip dalam proses termal dilakukan untuk:

1. Mikroba penyebab kebusukan dan yang dapat membahayakan kesehatan manusia (patogen) harus di matikan.
2. Panas yang digunakan sedikit mungkin dapat menurunkan nilai gizi makanan.
3. Faktor-faktor organoleptik, misalnya cita rasa juga harus di pertahankan.
4. Prinsip pengawetan bahan pangan didasarkan atas bagaimana caranya untuk memanipulasi faktor-faktor lingkungan bahan pangan.
5. Mikroba yang tumbuh membutuhkan suhu optimal untuk pertumbuhannya. Suhu yang lebih tinggi merusak pertumbuhan, sedangkan suhu yang lebih rendah sangat menghambat metabolisme.
6. Pengolahan (pengawetan) dilakukan untuk memperpanjang umur simpan.

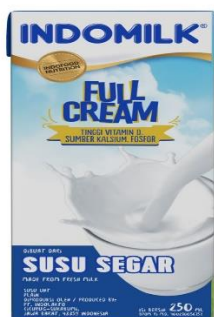
7. Pengolahan yang akan dilakukan tergantung pada lamanya umur simpan produk yang diinginkan dan banyaknya perubahan mutu produk yang dapat diterima
8. Penanganan aseptis merupakan penanganan yang dilakukan dengan mencegah masuknya kontaminan kimiawi dan mikroorganisme ke dalam bahan pangan atau mencegah terjadinya pada tingkat pertama.

Pemanasan dapat menghentikan aktivitas atau metabolisme mikroba. Efek yang ditimbulkannya tergantung dari intensitas panas dan lamanya pemanasan. Semakin tinggi suhu yang digunakan, semakin singkat waktu pemanasan yang digunakan untuk mematikan mikroba. Pada umumnya pengawetan dengan suhu tinggi tidak mencakup pemasakan, penggorengan, maupun pemanggangan. Yang dimaksud dengan pengawetan menggunakan suhu tinggi adalah proses-proses komersial dengan penggunaan panas terkendali secara baik, antara lain dengan cara pasteurisasi dan *blanching*.

### 1.5.1 Produk Hasil Pasteurisasi

#### 1. Produksi Susu

Susu segar memiliki kandungan zat yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan, yaitu karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan vitamin A, B, C serta D. Susu yang dikonsumsi oleh seseorang harus dalam keadaan steril dari mikroorganisme pembusuk yang dapat merugikan. Perlu pencegahan agar susu tidak rusak komposisi gizinya dan tidak pula merugikan, susu harus diberikan perlakuan tertentu diantaranya pasteurisasi. Pemberian suhu pemanasan pada saat produksi tergantung jenis produk susu yang diharapkan. Tujuan utama dari pasteurisasi agar susu yang sudah segar sebelum diolah dan mengenai nilai gizinya, relatif sama dengan susu segar.



Produk susu cair



Cara pasteurisasi susu sederhana

Gambar 6.8 Pasteurisasi Susu

## 2. Pembuatan Keju

Pada pembuatan keju, proses pasteurisasi sering dimanfaatkan meskipun ada sebagian keju tertentu yang kurang memanfaatkan proses pasteurisasi tidak melebihi 40°C, tetapi bahan yang digunakan jenis ini adalah jenis susu yang terpilih dari peternakan khusus yang setiap waktu diuji kebersihan dan sterilisasinya oleh dokter hewan setempat di negara-negara tertentu. Keju tersebut dianggap memiliki aroma dan rasa jauh lebih baik dari keju-keju lainnya.

Prinsip dasar proses pasteurisasi harus cukup untuk membunuh bakteri yang dapat mempengaruhi kualitas keju, seperti califorms yang bisa membuat *blowing*/perusakan tekstur lebih cepat dan membuat rasa menjadi tidak enak. Pasteurisasi reguler biasanya paling sering dilakukan pada suhu 72-73°C selama 15-20 detik. Meskipun ada sebagian mikroorganisme pembentuk spora (*spore-forming microorganism*) yang tahan terhadap pasteurisasi dan menyebabkan banyak kendala pada waktu pematangan keju. Salah satu contohnya adalah *Clostridium tyrobutyricum*, yang membentuk asam butirat dan volume gas hidrogen besar dengan memfermentasi asam laktat. Gas yang di hasilkan tersebut dapat menghancurkan tekstur keju secara keseluruhan, termasuk asam butirat dapat menyebabkan rasa keju menjadi tidak enak. Dengan memberikan perlakuan panas yang lebih sering akan mengurangi risiko seperti tadi, tetapi dapat pula merusak nutrisi pada keju selama proses perlakuan panas.

### 1.6 Blansing

Blansing adalah pemanasan pendahuluan dalam pengolahan pangan. Blansing merupakan salah satu tahap pra-proses pengolahan bahan pangan yang biasa dilakukan dalam proses pengalengan, pengeringan sayuran, dan buah-buahan. Blansing adalah proses pemanasan bahan pangan dengan uap air panas secara langsung pada suhu kurang dari 100°C selama kurang dari 10 menit. Meskipun bukan untuk tujuan pengawetan, proses termal ini merupakan suatu proses yang sering dilakukan pada bahan pangan sebelum bahan pangan dikalengkan, dikeringkan atau dibekukan. Tergantung dari proses selanjutnya, tujuan blansing untuk menginaktifkan enzim yang tidak diinginkan dan mungkin dapat mengubah warna, tekstur, cita rasa, maupun nilai nutrisinya selama penyimpanan. Di dalam pengalengan, fungsi blansing untuk melayukan jaringan tanaman supaya mudah dikemas, menghilangkan gas dari dalam jaringan, menghilangkan enzim, dan menaikkan suhu awal sebelum disterilisasi.

Blansing juga merupakan pemanasan pendahuluan yang biasanya dilakukan sebelum proses pembekuan, pengeringan, dan pengalengan dengan menggunakan air panas, uap panas, atau udara panas pada suhu sekitar 90°C selama 3-5 menit. Dengan kata lain, blansing dilakukan dengan jalan memasukan bahan pangan ke dalam air panas, uap air (pengukusan),

blansing gelombang mikro, dalam waktu tertentu. Metode tersebut mampu menonaktifkan enzim, mengurangi gas antarsel, mengurangi jumlah mikroorganisme awal, memudahkan pengisian, dan mendapatkan mutu produk kualitas baik. Penggunaan waktu selama proses blansing akan sangat berpengaruh terhadap bahan pangan. Beberapa jenis bahan pangan sangat peka terhadap suhu tinggi karena dapat merusak warna maupun rasa, sebaliknya komoditas yang lain dapat menerima panas hebat tanpa banyak mengalami perubahan. Pada umumnya semakin tinggi jumlah panas yang diberikan semakin banyak mikroba yang mati, sampai pada suatu saat komoditas bebas dari mikroba (steril) atau sebagian besar mikroba perusak mati terbunuh. Keutamaan proses blansing yaitu:

1. Menonaktifkan enzim yang ada dalam makanan (sayur dan buah), menghilangkan gas dari bahan pangan,
2. Meningkatkan suhu bahan pangan.
3. Membersihkan bahan pangan.
4. Melunakkan/melemaskan bahan pangan, sehingga mudah dalam pengepakan di dalam kaleng.
5. Untuk mendapatkan warna sayuran yang tetap segar, sangat baik digunakan kombinasi panas dan pendinginan yang sangat cepat.

#### 1.6.1 Peralatan yang Dapat Digunakan Dalam Proses Blansing

*a. Tubular blancer.*

*b. Rotary screw.*

*c. Blancer.*

*d. Rotary blancer.*

*e. Thermoscrew blancer.*

*f. Steam blancer.*

*g. Hot gas blancer.*

*h. Microwave blancer*

#### 1.6.2 Tujuan Blansing

Tujuan proses blansing sebagai perlakuan pendahuluan untuk masing-masing produk berbeda-beda. Umumnya blansing dilakukan pada suhu kurang 100°C selama beberapa menit. Kebanyakan bahan pangan, biasanya blansing dilakukan pada suhu 80°C. Tujuan blansing sebagai perlakuan pendahuluan untuk pembekuan dan pengeringan adalah:

1. Mengurangi jumlah mikroba pada permulaan bahan pangan.
2. Menginaktifkan enzim yang dapat menyebabkan penurunan kualitas bahan pangan.

3. Menghilangkan beberapa substansi pada bahan pangan yang menyebabkan adanya *off flavor* (*flavor* yang tidak diinginkan).
4. Mempertahankan warna alami dari bahan pangan.

### 1.6.3 Metode Blansing

Pengolahan bahan pangan dengan cara *blansing* memiliki metode, di antaranya:

1. Blansing dengan air panas (*hot water blansing*), yaitu metode blansing yang hampir sama dengan perebusan. Metode ini cukup efisien, namun memiliki kekurangan, yaitu kehilangan komponen bahan pangan yang mudah larut dalam air serta bahan yang tidak tahan panas.
2. Blansing dengan uap air panas (*steam blansing*), yaitu metode blansing yang paling sering diterapkan. Metode ini mengurangi kehilangan komponen yang tidak tahan panas.
3. Blansing dengan menggunakan gelombang mikro (*microwave blansing*), cara ini digunakan untuk buah-buahan dan sayuran yang dikemas dengan wadah tipis (*film bag*), Blansing menggunakan gelombang mikro memerlukan biaya yang tinggi, tetapi mempunyai keuntungan, yaitu lebih menurunkan kandungan mikroba dan sedikit kehilangan nutrisi.

Proses blansing dapat memperbaiki tekstur bahan pangan, terutama untuk bahan yang dikeringkan. Tekstur bahan setelah proses blansing, semakin lama waktu yang dibutuhkan maka tekstur bahan menjadi lunak. Bahan yang lunak akan mempermudah proses tahapan selanjutnya. Proses *hot water blansing* akan lebih melunakkan bahan jika dibandingkan dengan *steam blansing*. Hal ini dikarenakan sebagian besar air masuk ke dalam bahan yang bahkan menyebabkan ikatan-ikatan antar partikel bahan menjadi semakin renggang, sehingga daya tarik antar partikel akan lemah dan mengakibatkan tekstur menjadi lunak. Semakin lama pemanasan maka bahan semakin lunak, sehingga terjadi *over cooking* dan dapat menyebabkan kerusakan pada tekstur. Oleh karena itu dalam melakukan blansing diperlukan pengukuran waktu yang digunakan. Lamanya proses blansing dapat ditentukan dari

1. Ukuran dan bentuk bahan
2. Tekstur
3. Konduktivitas panas

Agar mengurangi kerugian akibat blansing, maka diperlukan keseragaman perlakuan dan penekanan kehilangan komponen bahan terhadap kadar air. Sebelum bahan diberi perlakuan blansing, bahan dipotong dengan ukuran bervariasi. Setelah melalui beberapa proses yang kemudian di-*blansing* dengan interval 0, 2, 4, 8 menit. Setelah di-*blansing* kemudian ditimbang sebagai berat akhir. Selisih dari berat awal dan berat akhir merupakan kadar pada bahan. Setelah dilakukan proses ini terjadi kurang berat dari bahan, hal ini terjadi karena adanya kadar air yang hilang dari bahan. Semakin lama waktu yang digunakan untuk proses



tersebut, maka semakin banyak kadar air yang hilang dari bahan. Pada percobaan yang dilakukan, hal ini sudah sesuai dengan literatur dimana semakin lama waktu yang digunakan, maka kadar air semakin menurun akibat adanya panas.

#### 1.6.4 Produksi Hasil Blansing

Proses blansing banyak dilakukan pada produk-produk yang berada di pasaran. Tujuan dilakukan proses ini sama halnya seperti proses pasteurisasi susu dan keju untuk mengurangi mikroba pada makanan yang membahayakan bagi kesehatan dan menonaktifkan enzim. Tetapi ada pula manfaat lain yang diambil dari proses ini, yaitu untuk menghilangkan bakteri atau mikroba yang menempel pada permukaan botol atau kemasan produk seperti anggur, sari buah, madu, makanan dan minuman kaleng setelah proses produksi.

Perbedaan proses berdasarkan tujuan utama dari proses pasteurisasi dan blansing, yaitu pasteurisasi dilakukan untuk membunuh mikroba patogen yang ada dalam bahan pangan, sehingga menjadi steril dan aman untuk dikonsumsi. Sedangkan proses blansing, yaitu tahap awal dalam pengolahan pangan untuk mengurangi jumlah mikroba yang ada dalam bahan pangan dan menginaktifkan enzim, sehingga akan tercipta tekstur dan warna yang cerah pada bahan pangan tertentu yang dapat diteruskan pada pengolahan selanjutnya. Proses ini sering dilakukan untuk sayuran, buah, tahapan untuk pembekuan awal, dan pengalengan makanan. Prinsip kerjanya dengan cara memberikan perlakuan secara langsung pada bahan pangan melalui uap panas, perebusan, media pendingin berupa air atau udara.



Gambar 6.9 Proses blansing bahan pangan

### 1.7 Fermentasi

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel pada keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik. Akan tetapi terdapat definisi lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal. Fermentasi dalam pemrosesan bahan

pangan adalah perubahan karbohidrat menjadi alkohol dan karbondioksida atau asam amino organik menggunakan ragi, bakteri, fungi atau kombinasi dari ketiganya di bawah kondisi anaerobik. Perilaku mikroorganisme terhadap makanan dapat menghasilkan dampak positif maupun negatif, dan fermentasi makanan biasanya mengacu pada dampak positifnya.

Fermentasi mempunyai pengertian, yaitu suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Fermentasi dapat diartikan sebagai suatu pengolahan pangan dengan menggunakan jasa mikroorganisme untuk menghasilkan sifat-sifat produk sesuai yang diharapkan. Fermentasi bahan pangan adalah sebagai hasil kegiatan beberapa jenis mikroorganisme, baik bakteri, khamir, maupun kapang. Mikroorganisme yang memfermentasi bahan pangan dapat menghasilkan perubahan yang menguntungkan (produk-produk fermentasi yang diinginkan) dan perubahan yang merugikan (kerusakan bahan pangan). Mikroorganisme yang memfermentasi bahan pangan, yang paling penting adalah bakteri pembentuk asam laktat, asam asetat, dan beberapa jenis khamir penghasil alkohol. Cara fermentasi pada dasarnya hanya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Proses fermentasi yang memungkinkan terjadinya penguraian atau transformasi yang nantinya akan mampu menghasilkan suatu produk dengan bentuk dan sifat yang sama sekali berbeda (berubah) dari keadaan awalnya. Misalnya saja dalam pengolahan terasi, kecap ikan, dan ikan peda.
2. Proses fermentasi yang menghasilkan senyawa-senyawa, secara nyata akan memiliki kemampuan atau daya awet dalam produk yang diolah tersebut, misalnya dalam pembuatan ikan asin.

Pada prinsipnya fermentasi dapat terjadi karena ada aktivitas mikroorganisme penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Fermentasi menyebabkan perubahan sifat bahan pangan, sebagai contoh sari buah jika difermentasikan akan timbul rasa dan bau alkohol, ketela pohon, dan ketan akan menghasilkan bau alkohol dan asam (tape), serta susu akan menghasilkan bau dan rasa asam. Fermentasi ditujukan untuk memperbanyak jumlah mikroorganisme dan mengaktifkan metabolismenya dalam makanan. Jenis mikroorganisme yang digunakan terbatas dan disesuaikan dengan produk akhir yang dikehendaki. Zat gizi lain akan dipecah menghasilkan CO<sub>2</sub> dan lain lain.

Proses fermentasi terjadi pengaktifan pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme pembentuk alkohol dan asam serta menekan pertumbuhan mikroorganisme proteolitik (pemecah protein) dan mikroorganisme lipolitik (pemecah lemak). Mikroorganisme fermentatif yang mengubah karbohidrat menjadi alkohol, asam, dan CO<sub>2</sub>, pertumbuhannya

cukup tinggi, sedangkan mikroorganisme proteolitik yang menyebabkan kebusukan dan mikroorganisme lipolitik penyebab ketengikan pertumbuhannya terhambat. Mikroorganisme proteolitik dapat memecah protein menjadi komponen yang mengandung nitrogen misalnya  $\text{NH}_3$  dan menimbulkan bau busuk, contoh *Proteus vulgaris*. Mikroorganisme lipolitik dapat memecah lemak fosfolipida menjadi asam-asam lemak (bau tengik) seperti *Alcaligenes lipolyticus*. Berdasarkan sumber mikroorganisme proses fermentasi dibagi menjadi 2, yaitu:

### 1. Fermentasi Spontan

Fermentasi spontan adalah fermentasi bahan pangan yang pembuatannya tidak ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi, tetapi mikroorganisme yang berperan aktif dalam proses fermentasi berkembang baik secara spontan karena lingkungan hidupnya dibuat sesuai untuk pertumbuhannya, tempat aktivitas dan pertumbuhan bakteri asam laktat dirangsang karena adanya garam, contohnya pada pembuatan sayur asin.

### 2. Fermentasi Tidak Langsung

Fermentasi tidak langsung adalah fermentasi yang terjadi dalam bahan pangan yang dalam pembuatannya ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi, tempat mikroorganisme tersebut akan tumbuh dan berkembang biak secara aktif mengubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan, contohnya pada pembuatan tempe dan oncom.

#### 1.7.1 Keuntungan dan Kerugian dari Fermentasi

##### 1. Keuntungan Fermentasi

- a. Beberapa hasil fermentasi (asam dan alkohol) dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme beracun, contohnya *Clostridium botulinum* (pH 4,6 tidak dapat tumbuh dan tidak membentuk toksin).
- b. Mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi dari nilai gizi bahan asalnya (mikroorganisme bersifat katabolik, memecah senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana, sehingga mudah dicerna dan mensintesis vitamin kompleks dan faktor-faktor pertumbuhan badan lainnya, sebagai contoh vitamin B12, riboflavin, dan provitamin A).
- c. Dapat terjadi pemecahan bahan-bahan yang tidak dapat dicerna oleh enzim tertentu, contohnya selulosa dan hemiselulosa dipecah menjadi gula sederhana.

##### 2. Kerugian Fermentasi

Kerugian dari fermentasi diantaranya dapat menyebabkan keracunan karena toksin yang terbentuk, sebagai contoh tempe bongkrek dapat menghasilkan racun, demikian juga dengan oncom.

### 1.7.2 Faktor yang Mempengaruhi Proses Fermentasi

Fermentasi bahan pangan merupakan hasil kegiatan beberapa mikroorganisme. Beberapa faktor yang memengaruhi kegiatan dari mikroorganisme perlu pula diperhatikan agar proses fermentasi dapat berjalan dengan baik, sehingga bila kita berbicara mengenai faktor-faktor yang memengaruhi proses fermentasi, tentunya tidak lepas dari kegiatan mikroorganisme itu sendiri. Beberapa faktor utama yang memengaruhi proses fermentasi meliputi suhu, oksigen, air, dan substrat.

#### 1. Suhu

Suhu sebagai salah satu faktor lingkungan terpenting yang memengaruhi dan menentukan macam organisme yang dominan selama fermentasi. Beberapa hal sehubungan dengan suhu untuk setiap mikroorganisme dapat digolongkan sebagai berikut:

- a. Suhu minimum, di bawah suhu itu pertumbuhan mikroorganisme tidak terjadi lagi.
- b. Suhu optimum, sebagai suhu yang memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme tidak mungkin terjadi lagi.
- c. Suhu maksimum, di atas suhu itu pertumbuhan mikroba tidak mungkin terjadi lagi.

#### 2. Oksigen

Udara atau oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru dan untuk fermentasi.

#### 3. Substrat

Seperti halnya makhluk lain, mikroorganisme juga membutuhkan suplai makanan yang akan menjadi sumber energi dan menyediakan unsur-unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Substrat (makanan) yang dibutuhkan oleh mikroba untuk kelangsungan hidupnya berhubungan erat dengan komposisi kimianya. Kebutuhan mikroorganisme akan substrat juga berbeda-beda. Ada yang memerlukan substrat lengkap dan ada pula yang tumbuh subur dengan substrat yang sangat sederhana. Hal itu karena beberapa mikroorganisme ada yang memiliki sistem enzim (katalis biologis) yang dapat mencerna senyawa-senyawa dan yang tidak dapat dilakukan oleh mikroorganisme lain. Komposisi kimia hasil pertanian yang terpenting adalah protein, karbohidrat, dan lemak. Pada pH 7,0 protein mudah sekali digunakan oleh bakteri sebagai substrat. Karbohidrat seperti pektin, pati dan lainnya merupakan substrat yang baik bagi kapang dan beberapa khamir.

#### 4. Air

Mikroorganisme tidak dapat tumbuh tanpa adanya air. Air dalam substrat yang digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme yang dinyatakan dalam istilah *water activity* atau aktivitas air = aw, yaitu perbandingan antara tekanan uap dari larutan (p) dengan uap air murni (po) pada suhu yang sama. Berikut ini merupakan mikroorganisme yang memfermentasi bahan pangan, jenis-jenis mikroorganisme yang berperan dalam teknologi fermentasi adalah:

##### a. Bakteri Asam Laktat

Kelompok bakteri ini merupakan bakteri yang menghasilkan sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme gula (karbohidrat). Asam laktat yang dihasilkan akan menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam. Hal ini juga menghambat pertumbuhan dari beberapa jenis mikroorganisme lainnya. Dua kelompok kecil mikroorganisme dikenal dari kelompok ini, yaitu organisme-organisme yang bersifat *homofermentatif* dan *heterofermentatif*. Jenis-jenis *homofermentatif* akan menghasilkan asam laktat dari metabolisme gula, sedangkan jenis-jenis *heterofermentatif* menghasilkan karbondioksida dan sedikit asam-asam volatil lainnya, alkohol, dan ester di samping asam laktat. Beberapa jenis yang penting dalam kelompok ini, di antaranya:

- 1) *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis*, dan *Streptococcus cremoris*. Bakteri tersebut berperan penting dalam industri susu.
- 2) *Pediococcus cerevisiae*. Bakteri ini berperan penting dalam fermentasi daging dan sayuran.
- 3) *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrueckii*. Bakteri-bakteri ini penting sekali dalam fermentasi susu dan sayuran

##### b. Bakteri Asam Propionat

Jenis-jenis yang termasuk kelompok ini ditemukan dalam golongan *Propionibacterium*, berbentuk batang dan merupakan gram positif. Bakteri ini penting dalam fermentasi bahan pangan karena kemampuannya memfermentasi karbohidrat dan asam laktat serta menghasilkan asam-asam propionat, asetat, dan karbon dioksida. Jenis-jenis ini penting dalam fermentasi keju Swiss.

##### c. Bakteri Asam Asetat

Bakteri ini berbentuk batang, gram negatif dan ditemukan dalam golongan *Acetobacter* sebagai contoh *Acetobacter aceti*. Metabolismenya lebih bersifat aerobik (tidak seperti spesies tersebut di atas), tetapi peranannya yang utama dalam fermentasi bahan pangan adalah kemampuannya dalam mengoksidasi alkohol dan karbohidrat lainnya menjadi asam asetat dan dipergunakan dalam pabrik cuka.

d. Khamir

Khamir berperan dalam fermentasi yang bersifat alkohol, tempat produk utama dari metabolismenya adalah etanol. *Saccharomyces cerevisiae* adalah jenis utama yang berperan dalam produksi minuman beralkohol seperti bir dan anggur serta digunakan untuk fermentasi adonan dalam perusahaan roti.

e. Kapang

Kapang adalah organisme euokariotik yang tumbuh dengan cara perpanjangan hifa. Kapang jenis-jenis tertentu digunakan dalam persiapan pembuatan beberapa macam keju dan beberapa fermentasi bahan pangan seperti kecap dan tempe. Beberapa contoh kapang yang berperan, yaitu jenis-jenis yang termasuk golongan *Aspergillus*, *Rhizopus*, dan *Penicillium*.

### 1.7.3 Produk Hasil Fermentasi

Produk pangan dari hasil fermentasi sangat beraneka ragam. Berikut ini merupakan produk hasil fermentasi yang sangat populer di pasaran dan sangat digemari oleh banyak orang, yaitu:

1. Nata De Coco

Nata de coco merupakan jenis makanan hasil fermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Makanan ini berbentuk padat, kokoh, kuat, putih, transparan, dan kenyal dengan rasa mirip kolang-kaling. Pembuatan nata de coco dengan memanaskan air kelapa yang telah disaring. Dalam pemanasan ini ditambahkan 7,5% gula dari volume air kelapa (75 g gula untuk 1 liter kelapa). Pendinginan dilakukan pada suhu kamar. Tingkat keasamannya diatur dengan menambahkan asam cuka sampai pH 4-5. Kemudian dilakukan penambahan bakteri starter dan diinkubasi (diperam) selama 2 minggu. Pada pemeraman, wadah ditutup rapat dengan plastik. Suhu pemeraman terbaik adalah 30°C. Air kelapa akan menggumpal, menghasilkan nata de coco yang telah siap untuk dipanen.

Nata de coco merupakan makanan kesehatan yang kaya serat, tetapi rendah kalori. Nata de coco mengandung air sekitar 98%, lemak 0.2%, kalsium 0.012%, fosfor 0.002%, dan vitamin B3 0.0017%. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa serat dalam makanan ini dapat digunakan untuk penurunan kolesterol dan mengurangi risiko penyakit kanker.

2. Nata De Pina

Perbedaan nata de pina dengan nata de coco adalah dari bahan baku yang digunakan, yaitu berupa buah nanas segar yang diambil sarinya selanjutnya sari buah nanas diberikan perlakuan tertentu seperti pasteurisasi dan pemberian bahan biakan bibit nata. Pada prinsipnya

nata de pina hampir sama pebutannya, yang membedakan hanya bahan utama yang dipakai. Beberapa penelitian tentang pembuatan nata de pina sudah mulai berkembang dan lebih cenderung memanfaatkan limbah kulit nanas yang dibuat sebagai nata de pina. Limbah kulit nanas memiliki kandungan air 86,7%, protein 0,69%, lemak 0,02%, abu 0,48%, serat basah 1,66%, dan karbohidrat 10,54%.

### 3. Yoghurt

Yoghurt adalah salah satu produk fermentasi susu yang dibuat dengan menambahkan starter yang terdiri dari dua jenis bakteri, yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Kedua jenis bakteri ini merombak laktosa atau gula susu menjadi asam laktat, yang selain memberi cita rasa khas pada yoghurt, juga bersifat sebagai pengawet. Secara organoleptik, susu akan mengalami perubahan jika terdapat perbedaan warna, rasa, dan aroma dari susu yang normal. Umumnya perubahan ini disebabkan oleh adanya aktivitas mikroorganisme dengan penyimpanan aroma yang normal. Rasa dan aroma susu pasteurisasi masih normal dan mempunyai rasa sedikit manis sampai penyimpanan selama 21 jam. Perubahan rasa dan aroma terjadi pada penyimpanan lebih dari 21 jam, hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah kuman susu dengan bertambahnya masa simpan.

### 4. Roti

Organisme yang berperan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Khamir tersebut menghasilkan gas, sehingga adonan mengembang dan menyebabkan tekstur roti lepas/lunak dan berpori. Adonan roti terdiri atas campuran tepung terigu, air, garam, khamir, gula, telur, dan lain-lain. Mekanisme fermentasi oleh khamir, yaitu mula-mula gula yang terkandung di dalam tepung dan gula yang ditambahkan difermentasi oleh khamir. Karbohidrat tepung diubah menjadi maltosa oleh enzim amilase dalam tepung diubah menjadi glukosa. Selanjutnya glukosa tersebut oleh maltase dari khamir dipecah menjadi etanol, CO<sub>2</sub>, komponen volatil, dan produk-produk lainnya. CO<sub>2</sub> ditahan oleh gluten. Gluten merupakan protein tepung terigu yang tidak larut dalam air. Gluten bersifat elastis dan dapat memanjang.

### 5. Taoco

Taoco merupakan salah satu jenis produk fermentasi. Bahan baku yang sering digunakan untuk membuat taoco adalah kedelai hitam. Pada prinsipnya pembuatan taoco melalui dua tahapan fermentasi, yaitu fermentasi kapang dan fermentasi garam. Tahapan-tahapan yang perlu dilakukan untuk membuat taoco meliputi perendaman, pencucian, pengukusan, penirisan, penambahan laru, fermentasi kapang, dan dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan garam (fermentasi garam). Selanjutnya penyempurnaan. Selama

proses fermentasi, kapang mikroba yang berperan adalah kapang dari jenis *Aspergillus*, yaitu *A. oryzae* atau jenis *R. oryzae* dan *R. oligosporus*.

Mikroba yang aktif dalam fermentasi garam adalah *Lactobacillus delbrueckii*, *Hansenula sp.*, dan *Zygosaccharomyces* yang dapat tumbuh secara spontan. Selama proses fermentasi, baik fermentasi kapang maupun fermentasi garam akan terjadi perubahan-perubahan, baik secara fisik maupun kimiawi karena aktivitas dari mikroba tersebut. Selama fermentasi kapang, kapang yang berperan akan memproduksi enzim, seperti enzim amilase, enzim protease, dan enzim lipase. Dengan adanya kapang tersebut, maka akan terjadi pemecahan komponen-komponen dari bahan tersebut.

## 6. Tempe

Membuat tempe dibutuhkan inoculum atau laru tempe atau ragi tempe. Laru tempe dapat dijumpai dalam berbagai bentuk, misalnya bentuk tepung atau yang menempel pada daun waru atau lebih dikenal dengan nama usar. Mikroba yang sering dijumpai pada laru tempe adalah kapang jenis *Rhizopus oligosporus*. Beberapa jenis bakteri yang berperan pula dalam proses fermentasi tempe diantaranya adalah: *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Streptococcus sp.* Selama proses fermentasi, kedelai akan mengalami perubahan, baik fisik maupun kimiawinya. Protein kedelai dengan adanya aktivitas proteolitik kapang akan diuraikan menjadi asam-asam amino, sehingga nitrogen terlarutnya akan mengalami peningkatan. Dengan adanya peningkatan nitrogen terlarut maka pH juga akan mengalami peningkatan. Nilai pH untuk tempe yang baik berkisar 6,3 sampai 6,5. Kedelai yang telah difermentasi menjadi tempe akan lebih mudah dicerna. Selama proses fermentasi, karbohidrat dan protein akan dipecah oleh kapang menjadi bagian-bagian yang lebih mudah larut, mudah dicerna, dan ternyata bau langu dari kedelai juga akan hilang.

Kedelai merupakan bahan dasar pembuatan tempe, dalam 100 gram mengandung 446 kalori dan 11 gram lemak. Terjadinya perubahan nilai gizi ini karena adanya penambahan berat air dan jamur yang tubuh, sehingga tidak sepadat saat berbentuk biji kedelai. Selain kalori dan lemak, juga terjadi perubahan kandungan vitamin B12. Kedelai tidak mengandung vitamin B12, tetapi setelah diolah menjadi tempe, kandungan vitamin B12-nya menjadi 0,1 mikrogram. Hal ini dikarenakan proses fermentasi meningkatkan penyerapan nutrisi dan kedelai (termasuk phytonutrient isoflavon seperti genistein dan daidzein) serta konsentrasi peptide bioaktif (terbentuk selama pemecahan protein kedelai). Selain itu, proses fermentasi menyebabkan pembentukan vitamin B12 pada tempe. Tempe menjadi alternatif untuk memenuhi kebutuhan protein bagi vegetarian. Dalam 100 gram tempe mengandung 19 gram protein. Kebutuhan minimal protein orang dewasa, antara lain 0,8-1 gram/kg BB. Walau bergizi tinggi dan kaya



akan protein, sedikit kekurangan dari tempe adalah komposisi asam amino pada proteinnya masih tidak selengkap sumber hewani, sehingga dibutuhkan tambahan asupan protein dari sumber nabati selain tempe untuk melengkapinya. Meskipun begitu, tempe merupakan makanan sehat dan memiliki banyak manfaat bagi tubuh.

## 7. Wine

Wine merupakan minuman yang mengandung alkohol tinggi dan dibuat dari anggur melalui proses fermentasi. Sifat alamiah yang terkandung di dalam buah anggur berubah tanpa bantuan bahan-bahan lain yang ditambahkan. Kandungan gula yang ada di dalam anggur akan bereaksi secara alami mengubah komposisi dasar buah menjadi senyawa yang mengandung alkohol tinggi. Tetapi perbedaan varietas anggur dan strain khamir yang digunakan, tergantung pada tipe wine yang akan diproduksi. Wine yang diproduksi lebih lama akan semakin bagus dan memiliki kualitas tinggi.

Mikroorganisme banyak digunakan dalam fermentasi buah anggur, yaitu dari golongan khamir *Sacharomyces cerevisiae* dari varietas *ellipsoideus*. *Sacharomyces cerevisiae* dari varietas *Ellipsoideus* biasa digunakan untuk fermentasi buah anggur karena khamir jenis ini mempunyai sifat yang dapat mengadakan fermentasi pada suhu yang agak tinggi, yaitu 30°C. Memfermentasi beberapa macam gula, diantaranya sukrosa, glukosa, fruktosa, galaktosa, manosa, maltosa, dan maltotriosa. Selain menggunakan buah anggur, minuman wine juga dapat dibuat dari macam buah-buahan lain yang banyak mengandung gula, seperti apel, berry, lengkeng, buah naga, ataupun nanas. Penamaan minuman wine yang dibuat dari buah-buahan lain biasanya menyertakan nama buah yang digunakan, seperti wine apel, ataupun wine buah naga, dan lainnya secara umum disebut *fruity wine*. Mikroorganisme yang sering berperan dalam fermentasi anggur buah adalah golongan khamir dari genus *Saccharomyces* yang dapat digunakan dalam pembuatan anggur buah, diantaranya *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces oviformes*, dan *Saccharomyces fermentati*.

Proses fermentasi anggur tradisional dilakukan di dalam tangki kayu yang besar, tetapi saat ini pembuatan wine modern menggunakan tangki *stainless steel* dengan fasilitas pengontrol suhu, alat pembersih, dan lainnya. Fermentasi untuk pembuatan anggur putih secara umum difermentasi pada suhu 10-21°C pada 7-14 hari atau lebih, sedangkan pembuatan anggur merah difermentasi diantara 3-5 hari dengan suhu antara 24-27°C. Pada fermentasi ini, mikroba yang digunakan, yaitu *Saccharomyces cerevisiae* diinokulasi dalam jus anggur dengan populasi 10<sup>6</sup>-10<sup>7</sup> cell/ml.

## 1.8 Kristalisasi

Kristalisasi merupakan salah satu pemurnian dan pengambilan hasil dalam bentuk padat. Kristalisasi menjadi suatu proses industri yang sangat penting karena semakin banyak hasil industri kimia yang dipasarkan dalam bentuk kristal. Bentuk kristal semakin banyak diminati karena kemurniannya yang tinggi, dengan bentuk yang menarik, serta mudah dalam pengepakan dan transportasi. Dari segi keutuhan energi, kristalisasi memerlukan energi lebih sedikit dibandingkan distilasi atau metode pemisahan yang lain. Kristalisasi merupakan suatu pembentukan kristal dari larutannya dan kristal yang dihasilkan dapat dipisahkan secara mekanik. Kristalisasi merupakan peristiwa pembentukan partikel-partikel zat padat pada suatu fase homogen. Kristalisasi dari larutan dapat terjadi jika padatan terlarut dalam keadaan berlebih dari luar kesetimbangan, maka sistem akan mencapai kesetimbangan dengan cara mengkristalkan padatan terlarut.

Kristalisasi dari suatu larutan merupakan proses yang sangat penting karena ada berbagai macam bahan yang dipasarkan dalam bentuk kristalin, secara umum tujuan kristalisasi untuk memperoleh produk dengan kemurnian tinggi dan dengan tingkat pemungutan (*yield*) yang tinggi pula. Salah satu sifat penting kristal yang perlu diperhatikan adalah kristal individual dan keseragaman ukuran (sebagai kristal *bulk*). Untuk alasan inilah distribusi ukuran kristal (*crystal size distribution*) harus selalu dikontrol. Kristalisasi senyawa dalam larutan langsung pada permukaan transfer panas tempat kerak terbentuk memerlukan tiga faktor simultan, yaitu konsentrasi lewat jenuh (*supersaturation*), nukleasi (terbentuknya inti kristal), dan waktu kontak yang memadai. Pada saat terjadi penguapan, kondisi jenuh (*saturation*) dan kondisi lewat jenuh (*supersaturation*) dicapai secara simultan melalui pemekatan larutan dan penurunan daya larut setimbang saat kenaikan suhu menjadi suhu penguapan. Pembentukan inti kristal terjadi saat larutan jenuh, kemudian sewaktu larutan melewati kondisi lewat jenuh, beberapa molekul akan menjadi inti kristal. Inti kristal ini akan terlarut bila ukurannya lebih kecil dari ukuran partikel kritis (inti kritis), sementara itu kristal-kristal akan berkembang bila ukurannya lebih besar dari partikel kritis. Apabila ukuran inti kristal menjadi lebih besar dari inti kritis, maka akan terjadi pertumbuhan kristal.

Kristalisasi merupakan proses separasi suatu solut dari larutannya membentuk fase padatan kristalin, artinya solut dalam larutan akan berpindah dan menempel ke permukaan kristal induk, sehingga seolah-olah kristal induknya tumbuh membesar sesuai dengan bentuk habitnya. Kristal adalah fase padatan terbentuk tertentu/spesifik tempat permukaannya berupa kisi-kisi. Bentuk kristal yang spesifik ini disebut dengan kristal habit, contohnya bentuk kubus, prisma, octahedron, rhombic, dan lainnya. Dalam kristalisasi solute, dari suatu larutan terdapat

dua tahapan proses, yaitu terbentuknya partikel-partikel baru, nukleasi, diikuti pertumbuhan partikel tersebut menjadi ukuran makroskopis. Proses tersebut dapat terjadi oleh adanya gaya pendorong yang berupa konsentrasi lewat jenuh. Nukleasi dan pertumbuhan tersebut tidak dapat terjadi dalam larutan jenuh maupun tidak jenuh.

#### 1.8.1 Kelebihan dan Kekurangan Proses Kristalisasi

##### 1. Kelebihan Proses Kristalisasi

- a. Dapat diperoleh kemurnian produk kristal dari solute yang cukup tinggi hanya satu langkah operasi. Dengan desain dan operasionalisasi kristaliser yang baik, dapat diperoleh kemurnian sampai lebih dari 99% dengan mudah.
- b. Produk akhir berupa padatan kristalin yang mempunyai bentuk habit, ukuran yang seragam sehingga meningkatkan daya tarik, kemudahan *handling*, *packing* dan penjualan ataupun proses lanjutannya.

##### 2. Kelemahan Proses Kristalisasi

- a. Purifikasi multikomponen (lebih dari satu) dalam suatu larutan tidak biasa dilakukan dengan tahapan operasi.
- b. Tidak memungkinkan separasi semua solute dari larutannya dalam satu tahapan operasi kristalisasi karena terbentur pada sifat kelarutan solute itu sendiri.

#### 1.8.2 Penggunaan Kristalisasi

Ada banyak sekali penggunaan kristalisasi dalam dunia industri, diantaranya:

- a. Industri garam dapur menggunakan konsep kristalisasi dalam membuat kristal garam
- b. Industri kaca menggunakan teori kristalisasi silika untuk membuat kaca.
- c. Industri gula pasir. Gula pasir merupakan kristal glukosa tempat proses produksinya melibatkan proses kristalisasi.
- d. Industri makanan, seperti produksi bubuk kopi instan yang tanpa ampas menggunakan metode kristalisasi, sehingga kristal kafein dalam gula dapat larut dengan cepat di air panas.

#### 1.8.3 Macam-macam Kristalisasi

Kristalisasi dapat dibagi menjadi 3 proses utama sebagai berikut:

- a. Kristalisasi dari larutan (*solution*) merupakan proses kristalisasi yang umum dijumpai di bidang teknik kimia misalnya pembuatan produk-produk kristal senyawa anorganik maupun organik seperti urea, gula pasir, sodium glutamat, asam sitrat, garam dapur, tawas, fero sulfat, dan lainnya.
- b. Kristalisasi dari lelehan (*melt*) dikembangkan khususnya untuk pembuatan *silicon single* kristal yang selanjutnya dibuat *silicon waver* yang merupakan bahan dasar pembuatan chip-

chip *integrated circuit* (IC). Proses *priling* ataupun granulasi sering dimasukkan dalam tipe kristalisasi ini.

- c. Kristalisasi dari fase uap adalah proses sublimasi-desublimasi ketika suatu senyawa dalam fase uap disublimasikan membentuk kristal. Dalam Industri prosesnya bisa meliputi beberapa tahapan untuk mendapatkan produk kristal murni.

#### 1.8.4 Mekanisme Pembentukan Kristal

##### 1. Pembentukan Inti

Inti kristal adalah partikel-partikel kecil bahkan sangat kecil yang dapat terbentuk dengan cara memperkecil kristal-kristal yang ada dalam alat kristalisasi atau dengan menambah benih kristal ke dalam larutan lewat jenuh.

##### 2. Pertumbuhan Kristal

Kristalisasi penguapan dilakukan jika zat akan dipisahkan tahan terhadap panas dan titik bekunya lebih tinggi daripada titik didih pelarut. Selain dengan cara destilasi, garam juga dapat dipisahkan dan air dengan cara menguapkan airnya sampai habis, sehingga yang tertinggal sebagai residu hanyalah garamnya. Kristalisasi penguapan dilakukan oleh para petani garam. Pada saat air pasang, tambak-tambak garam akan terisi oleh air laut. Pada saat air surut, maka air laut yang sudah mengisi tambak garam akan tetap berada ditempat itu. Adanya pengaruh sinar matahari mengakibatkan komponen air dari air laut dalam tambak akan menguap dan komponen garamnya akan tetap dalam larutan. Jika penguapan ini terus berlangsung, lama-kelamaan garam tersebut akan membentuk kristal-kristal garam tanpa harus menunggu sampai airnya habis.

Kristalisasi pendinginan dilakukan dengan cara mendinginkan larutan. Pada saat suhu larutan turun, komponen zat yang memiliki titik beku lebih tinggi akan membeku terlebih dahulu, sementara zat lain masih larut, sehingga keduanya dapat dipisahkan dengan cara penyaringan. Zat lain akan turun bersama pelarut sebagai filtrat, sedangkan zat padat tetap tinggal di atas saringan sebagai residu. Kristalisasi adalah peristiwa pembentukan suatu kristal dari solut dalam larutan toleransinya. Kristalisasi dapat terjadi sebagai pembentukan partikel-partikel padat dalam uap seperti pada pembentukan salju sebagai pembekuan lelehan cair. Sebagaimana dalam pembentukan kristal dari larutan cair atau pembentukan kristal tunggal yang besar.

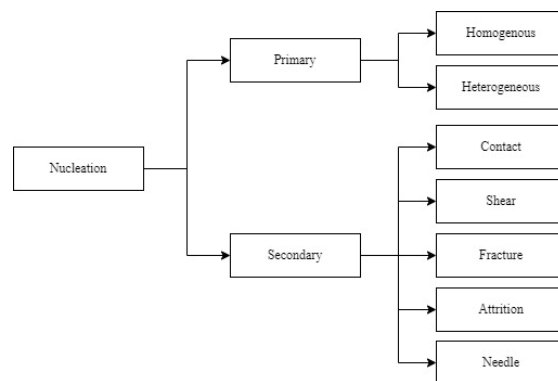
Kristalisasi dapat dilakukan dengan pendinginan, penguapan, dan penambahan solven bahan kimia. Kristalisasi dapat memisahkan suatu campuran tertentu dari larutan multikomponen, sehingga didapat produk dalam bentuk kristal. Kristalisasi dapat juga dipakai sebagai salah satu cara pemurnian karena lebih ekonomis. Operasi kristalisasi terbagi menjadi:

1) Membuat larutan super saturasi (lewat jenuh); 2) Pembuatan inti kristal; 3) Pertumbuhan kristal.

Transportasi molekul-molekul atau ion-ion dari bahan yang akan dikristalisasikan dalam larutan ke permukaan kristal dengan cara difusi. Proses ini berlangsung semakin cepat jika derajat lewat jenuh dalam larutan semakin besar. Penempatan molekul-molekul atau ion-ion pada kisi kristal. Semakin luas total permukaan kristal, semakin banyak bahan yang ditempatkan pada kisi kristal per satu waktu. Pembentukan kristal dapat juga terjadi bila suatu larutan telah melampaui titik jenuhnya. Titik jenuh larutan adalah suatu titik ketika penambahan partikel terlarut sudah tidak dapat menyebabkan partikel tersebut melarut, sehingga terbentuk larutan jenuh. Larutan jenuh adalah larutan yang mengandung jumlah maksimum partikel terlarut pada suatu larutan pada suhu tertentu. Contohnya adalah NaCl ketika mencapai titik jenuh, maka akan terbentuk kristal. Berkurangnya air karena penguapan menyebabkan larutan melewati titik jenuh dan mempercepat terbentuknya kristal.

### 1.8.5 Tahapan Operasi Kristalisasi

Proses kristalisasi terdiri atas dua buah kejadian besar, yaitu nukleasi (*nucleation*) dan pertumbuhan kristal (*crystal growth*). Kristal dibuat pada saat nuclei dibentuk kemudian ditumbuhkan. Proses kinetik dari nukleasi dan pertumbuhan kristal membutuhkan keadaan yang sangat jenuh, secara umum dapat diperoleh dengan mengubah suhu, menghilangkan pelarut atau dengan menambahkan agen penenggelam (*drowning-out agent*) atau pendamping reaksi. Sistem kemudian menempatkan diri untuk mendapatkan kesetimbangan termodinamika melalui nukleasi dan pertumbuhan dari nuclei. Jika suatu larutan mengandung partikel padatan dari luar daripada kristal dari tipenya sendiri, maka nuclei dapat terbentuk hanya dengan nukleasi homogen (*homogeneous nucleation*). Apabila terdapat keberadaan partikel dari luar, nukleasi difasilitasi dan proses dikenal sebagai nukleasi heterogen (*heterogeneous nucleation*). Kedua jenis nukleasi mengambil tempat dalam kehadiran kristal dari larutan itu sendiri dan secara kolektif dikenal sebagai nukleasi primer (*primary nucleation*).



Gambar 6.10 Jenis nukleasi

### 1.8.6 Produk Hasil Proses Kristalisasi

Produk yang mengandung kristal atau berbentuk kristal sangat banyak dijual di pasaran. Berikut ini merupakan beberapa contoh produk yang mengandung kristal atau dibuat berbentuk kristal, diantaranya gula pasir, garam. MSG, asam nitrat, cokelat, margarin, roti, dan permen. Pembuatan sebuah permen dilakukan dengan mendidihkan campuran gula dan air bersama dengan bahan pewarna dan pemberi rasa sampai tercapai kadar air kira-kira 3%. Biasanya suhu digunakan sebagai penunjuk kandungan padatan. Sesudah dididihkan sampai mencapai kandungan padatan yang diinginkan (kurang lebih 150°C) sirop dituangkan pada cetakan dan dibiarkan tercetak. Seni membuat permen dengan daya tahan yang memuaskan terletak pada pembuatan produk dengan kadar air minimum dan dengan sedikit saja kecenderungan untuk mengkristal. Kristalisasi dalam produk-produk ini berakibat mengurangi penampilan yang jernih seperti kaca dan membuat masa yang kabur. Kekurangan ini disebut *graining*, mengakibatkan penampilan yang kurang memuaskan dan terasa kasar pada lidah.

Kristalisasi merupakan metode pemisahan untuk memperoleh zat padat yang terlarut dalam suatu larutan. Dasar metode ini adalah kelarutan bahan dalam suatu pelarut dan perbedaan titik beku. Kristalisasi ada dua cara yaitu kristalisasi penguapan dan kristalisasi pendinginan. Contoh proses kristalisasi dalam kehidupan sehari-hari adalah pembuatan garam dapur dari air laut ditampung dalam suatu tambak, kemudian dengan bantuan sinar matahari dibiarkan menguap. Setelah proses penguapan dihasilkan garam dalam bentuk kasar dan masih bercampur dengan pengotornya, sehingga untuk mendapatkan garam yang bersih diperlukan proses rekristalisasi (pengkristalan kembali). Contoh lain adalah pembuatan gula putih dan tebu. Batang tebu dihancurkan dan diperas untuk diambil sarinya, kemudian diuapkan dengan penguap hampa udara, sehingga air tebu tersebut menjadi kental, lewat jenuh, dan terjadi pengkristalan gula. Kristal ini kemudian dikeringkan, sehingga diperoleh gula putih atau gula pasir.

Kristalisasi akan terjadi secara spontan, tetapi dapat dicegah dengan menggunakan bahan-bahan termasuk sirop glukosa dan gula invert yang tidak mengkristal tetapi sangat menghambat terjadinya kristalisasi pada permen. Bahan semacam itu disebut “dokter” dan dapat ditambahkan sebagai bagian dari ramuan atau seperti halnya dengan gula invert, dibuat selama proses pemasakan dengan katalis seperti tartrat untuk menghidrolisis sukrosa. Permen tarik (*pulled candies*) merupakan semacam permen kristalisasi sukrosa sangat penting. Untuk menghasilkan tekstur yang diinginkan, diperlukan kristalisasi sampai tingkat tertentu. Selama pengolahan mekanis dari sirop, terbentuk gelembung udara kecil dan kristal sukrosa kecil didalam permen yang kemudian dipotong-potong dengan ukuran dan bentuk tertentu.

Sering terjadi bila suatu larutan menjadi dingin, padatannya mengendap. Partikel padatan tersebut akan menjadi suatu bentuk geometrik khas yang dikenal sebagai kristal. Bentuk kristal bermacam-macam. Sebagai contoh kristal garam (natrium klorida) berbentuk kubus. Kristalisasi merupakan suatu cara yang bermanfaat dalam pemurnian suatu padatan. Dalam industri pangan, digunakan untuk memurnikan berbagai bahan yang dapat mengkristal, seperti gula, garam dan asam sitrat.

### 1.9 Iradiasi Bahan Pangan

Menjelang akhir abad kedua puluh ini, empat masalah utama yang di hadapi dunia yaitu masalah kependudukan, masalah lingkungan dan pemukiman, serta masalah energi dan masalah pangan. Untuk bidang yang terakhir ini telah dikembangkan berbagai teknologi untuk meningkatkan pengadaan pangan dan begitu pula berbagai teknologi telah dikembangkan untuk mengawetkan dan menyimpan bahan pangan serta makanan.

Dewasa ini dikenal berbagai teknologi pengawetan dari teknologi yang paling kuno, yaitu pengeringan sampai ke teknologi yang paling mutakhir, yaitu fumigasi. Beberapa teknologi pengawetan seperti teknologi dengan menggunakan bahan pengawet dan teknologi fumigasi, memberikan dampak negatif terhadap pemakai maupun lingkungan teknologi radiasi yang mulai diintroduksikan ke dunia industri dan masyarakat luas seperempat abad yang lalu, telah menunjukkan kenaikan kurang lebih 20% tiap tahun dengan nilai keuntungan beberapa miliar rupiah. Industri pemakai teknologi radiasi ini antara lain:

1. Sterilisasi alat-alat kedokteran dan bahan-bahan farmasi.
2. Pelapisan permukaan produk kayu, kertas, maupun logam.
3. Pengikatan *cross-linking*, isolasi kabel dan kawat untuk memperbaiki sifat-sifat ketahanan terhadap panas.
4. Pengikatan silang bahan-bahan plastik pembungkus.
5. Pembuatan plastik busa.
6. Komposit kayu plastik.

Keuntungan-keuntungan penggunaan teknologi radiasi, antara lain :

1. Penghematan energi.
2. Penghematan bahan.
3. Mudah dikontrol
4. Dapat dilakukan dalam keadaan terbungkus rapi.
5. Tidak menimbulkan residu dan mengurangi pencemaran.
6. Didapatkan produk dengan kualitas lebih (nilai tambah).

### 1.9.1 Penggunaan Iradiasi pada Bahan Pangan

Iradiasi pangan adalah metode penyiangan terhadap pangan baik dengan menggunakan zat radioaktif maupun akselerator untuk mencegah terjadinya pembusukan dan kerusakan pangan serta membebaskan dari jasad renik patogen. Iradiasi pangan merupakan proses yang aman dan telah disetujui oleh kurang lebih 50 negara di dunia dan telah diterapkan secara komersial selama puluhan tahun di USA, Jepang dan beberapa negara di Eropa.

Jenis iridiasi pangan yang dapat digunakan untuk pengawetan bahan pangan adalah radiasi elektromagnetik, yaitu radiasi yang menghasilkan foton berenergi tinggi sehingga sanggup menyebabkan terjadinya ionisasi dan eksitasi pada materi yang dilaluinya. Jenis radiasi partikel dan gelombang elektromagnetik. Contoh radiasi pengion yang disebut terakhir ini paling banyak digunakan. Apabila suatu zat dilalui radiasi pengion, energi yang dilewatinya akan diserap dan menghasilkan pasangan ion. Energi yang diserap dari tumbukan radiasi dengan partikel bahanpangan akan menyebabkan eksitasi dan ionisasi beribu-ribu atom dalam lintasannya yang akan terjadi dalam waktu kurang dari 0,001 detik. Syarat penting yang harus dipenuhi bahwa radiasi yang digunakan tidak menimbulkan senyawa radio aktif pada bahan pangan, sebab dosis yang banyak digunakan dalam pemanfaatan sinar gama  $^{60}\text{Co}$  dengan energi foton sebesar 1,17 dan 1,13 Mev dan  $^{137}\text{Cs}$  dengan energi sebesar 0,66 MeV.

### 1.9.2 Iridiasi Pangan di Dunia International

Penetapan ketentuan tentang pangan iridiasi di berbagai negara di dunia dipengaruhi oleh penetapan standar dunia tentang pangan iridiasi pada tahun 1983. Standar ditetapkan oleh *Codex Alimentarius Commission* (CAC), suatu badan gabungan antara *Food and Agriculture Organization* (FAO) dan *World Health Organization* (WHO) yang bertanggungjawab dalam penyusunan standar pangan untuk melindungi kesehatan konsumen dan memfasilitasi praktik perdagangan pangan yang adil dan sampai saat ini telah beranggotakan 150 negara. *Codex General Standar for Food irradiation* disusun berdasarkan hasil keputusan dari *Joint Expert Committee on Food Irradiation* (JECFI) yang dibentuk oleh FAO-WHO, dan *International Atomic Energy Agency* (IAEA). Standar dan Pedoman yang dikeluarkan oleh Codex menjadi acuan internasional dalam melaksanakan proses iradiasi dan perdagangan pangan iradiasi.

Kecenderungan dunia menggunakan teknik radiasi terus meningkat karena adanya keuntungan yang diperoleh, antara lain tersedianya pangan yang bebas dari serangan (infestasi) serangga, kontaminasi dan pembusukan, pencegahan penyakit karena pangan dan pertumbuhan perdagangan pangan yang harus memenuhi standar impor dalam hal mutu dan karantina. Iradiasi memberikan keuntungan praktis jika diterapkan sesuai dengan sistem penanganan dan dengan distribusi pangan yang aman. Selain itu, dengan semakin ketatnya larangan penggunaan



insektisida kimia untuk mengendalikan serangga dan mikroba dalam pangan, maka iradiasi merupakan alternatif yang efektif untuk melindungi pangan dari kerusakan akibat serangga serta sebagai tindakan karantina untuk produk pangan segar. Di negara-negara yang melarang importasi buah yang mengandung bahan kimia seperti USA dan Jepang sebagai importir utama telah melarang penggunaan produk yang mengandung insektisida tertentu yang telah dinyatakan berbahaya terhadap kesehatan. Dengan demikian, ketidak mampuan suatu negara untuk memberikan pangan yang aman, baik, untuk karantina maupun dari segi kesehatan akan menjadi hambatan dagang yang utama. Selama tahun 1996, *United States Department of Agriculture* (USDA) menerbitkan suatu aturan baru yang mengizinkan importasi sayuran dan buah segar yang diiradiasi untuk tujuan mencegah lalat buah.

### 1.9.3 Pengawetan Pangan dengan Radiasi

Penggunaan radiasi dapat digunakan untuk berbagai tujuan, di antaranya meningkatkan daya simpan, menjaga mutu dan higiene bahan pangan serta beberapa aspek penggunaan lainnya yang mempunyai arti penting, baik dari segi teknologi maupun kesehatan.

#### 1. Memperbaiki Mutu Pangan

Buah anggur yang diiradiasi dengan dosis 4-5 kGy, sari buahnya meningkat sehingga dapat diperas sebanyak 10-20%, karena permeabilitas dinding selnya bertambah akibat radiasi. Pada kacang yang diiradiasi untuk mencegah pertunas, sintesis klorofil dan solanin selama penyimpanan akan ikut terhambat. Hal tersebut akan sangat menguntungkan karena pembentukan klorofil akan menyebabkan lebih tebal kulit yang dibuang pada pengupasan dan solanin merupakan alkaloid yang bersifat racun. Begitu pula dengan kentang yang diiradiasi, apabila dibuat produk olahan seperti keripik hasilnya akan sangat bersih dan tampak menarik karena tidak adanya lingkaran-lingkaran cokelat yang disebabkan oleh gula pereduksi yang pembentukannya sangat aktif pada kentang yang akan bertunas.

#### 2. Menjaga Mutu dan Higiene Bahan Pangan

Pada sebagian produk makanan yang ada di pasaran sering dijumpai kasus keracunan akibat makanan. Hal itu disebabkan oleh toksin yang dihasilkan oleh mikroba patogen, misalnya salmonella yang sering ditemui pada daging, telur, udang dan sebagainya. Cara praktis atau tradisional belum satupun yang mampu menghilangkan keberadaan salmonella dalam bahan pangan segar secara sempurna. Pemanfaatan iridiasi ternyata sangat efektif untuk menghilangkan salmonella, baik dalam bahan pangan segar maupun yang dibekukan. Cara seperti ini sudah banyak dilakukan diluar negeri dan dilakukan secara komersial.

#### 3. Memberantas Serangga Perusak Bahan Pangan

Serangga dapat menurunkan kualitas serta kuantitas sebuah produk bahan pangan.

Kerugian karena gangguan serangga sangat tinggi pada tanaman pangan seperti beras, jagung, berbagai jenis kacang-kacangan, rempah-rempah, kopi, ikan kering dan tepung terigu. Untuk mencegah gangguan tersebut, biasanya dilakukan fumigasi atau penyemprotan menggunakan insektisida tertentu, tujuannya agar faktor serangan hama atau penyakit hilang. Akan tetapi terlalu seringnya memberikan perlakuan tersebut menyebabkan serangga dapat menjadi resisten terhadap insektisida tertentu, sehingga daya bunuh menjadi berkurang. Pemanfaatan iradiasi dengan dosis yang rendah, yaitu antara 0.2-0.8 kGy, semua jenis serangga yang bisa ditemukan pada bahan pangan dapat dilumpuhkan daya perusakannya.

#### 4. Sterilisasi Radiasi untuk Pemakaian Khusus

Iridiasi dengan dosis yang cukup tinggi sudah lama digunakan untuk mensterilkan makanan hewan percobaan pada penelitian di bidang kedokteran dan gizi. Begitu pula makanan yang telah diproses dengan iridiasi, telah ditambahkan pula kedalam makanan para astronot pada penerbangan ke bulan dengan Apollo. Roti yang dibawa kesana menggunakan Apollo 12, 13, 14 dibuat dari tepung gandum yang telah diradiasi dengan dosis 0,5 kGy. Kemudian pada penerbangan Apollo 15, 16, dan 17 roti yang dibuat dengan dosis yang sama. Tujuannya agar menghambat pertumbuhan kapang pada makanan tersebut.

#### 5. Perlakuan Karantina Buah-Buahan

Pada proses ekspor impor, sebuah makanan khususnya buah-buahan, peraturan karantina mengharuskan buah-buahan tropis harus terlebih dahulu didisinfektasi sebelum di impor. Sering terdapat larva serangga yang ada di dalam buah yang tidak kasat mata, jika telah tiba di negara tujuan dapat berkembang dan dapat menjadi salah satu sumber bencana bagi petani di negara tersebut. Perlakuan yang lazim dilakukan pada buah-buahan di antaranya dialiri uap panas atau difumigasi sebelum diekspor. Cara seperti itu sering kali kurang efektif disamping mutu produk menurun akibat kenaikan suhu pada saat fumigasi serta membutuhkan waktu perlakuan yang cukup lama. Pemanfaatan iridiasi akan lebih mempercepat dan praktis serta lebih efektif karena daya tembus lebih besar.

##### 1.9.4 Teknik Radiasi

Beberapa satuan dosis yang digunakan, antara lain *electron volt* (eV) yaitu energi yang dihasilkan oleh partikel bermuatan yang membawa satuan muatan elektron ketika melintasi beda potensial satu volt ( $1 \text{ eV} = 1.6.02 \times 10^{-12} \text{ erg}$ ). Satuan lain yang banyak digunakan adalah “rad” (*radiation absorbed dose*), yaitu setiap 100 erg energi radiasi yang diserap per gram materi yang diiridiasi. Satuan yang biasa digunakan setelah adanya Satuan International (SI) adalah “Gray” (Gy), yaitu unit energi radiasi yang terserap sebesar 1kj/kg bahan yang setara dengan 100 rad. Untuk mengetahui laju dosis dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$D^* = \frac{60 \times D}{t} \text{ Gy/jam}$$

Dimana:

D\* = laju dosis, Gy/jam

D = total dosis yang terserap, Gy

t = lamanya iradiasi, menit

Dengan jalan mengatur besarnya dosis radiasi, pengaruh kimia/biologi radiasi pada bahan pangandapat disesuaikan dengan kebutuhan atau tujuan dari penggunaan radiasi. Melalui penelitian yang seksama, maka telah ditetapkan bahwa dosis radiasi yang efektif untuk tujuan pengawetan ataupun perbaikan mutu bahan pangan sebagai berikut:

Tabel 6.4 Penggunaan dosis radiasi untuk pengawetan bahan pangan

No	Tujuan Pengawetan	Dosis (kGy)
1	Pasteurisasi (redurisasi)	1-5
2	Menghilangkan mikroba pathogen (radiasi)	1-10
3	Menghilangkan serangga (disinfestasi)	0,2-0,8
4	Sterilisasi (radappertiasasi)	10-60
5	Menunda kematangan pada buah-buahan	0,10-0,12
6	Menghambat pertumbuhan tunas pada umbi-umbian	0,10-3,00

Penerapan teknologi sumber radiasi yang dipakai dapat berupa sumber radiasi sinar gama, yaitu  $^{60}\text{Co}$  atau  $^{137}\text{Cs}$  dan dapat pula berupa sinar elektron yang dihasilkan oleh akselerator elektron. Akibat interaksi radiasi dengan materi dapat terjadi berbagai proses kimia yang di antaranya dapat menghambat sintesis DNA dalam sel hidup yang selanjutnya berakibat pada pembelahan sel terganggu. Kedua jenis radiasi pengion ini memiliki pengaruh yang sama terhadap makanan.

Perbedaan keduanya ada pada daya tembusnya, di mana sinar gama mengeluarkan energi sebesar 1 Mev untuk dapat menembus air dengan kedalaman 20-30 cm, sedangkan berkas elektron mengeluarkan energi sebesar 10 Mev untuk dapat menembus air sedalam 3,5 cm. Radiasi pengion berbentuk partikel bermuatan yang berenergi seperti elektron dan foton energi tinggi (sinar x dan gama). Tidak semua tipe pengion misalnya partikel dapat di manfaatkan untuk mengiradiasi bahan pangan karena tidak mampu menembus suatu bahan/media, maka sebagian atau seluruh energi radiasi akan diserap oleh media tersebut.

Hal ini disebut dosis terabsorpsi yang diukur dalam satuan gray (Gy). Energi yang diserap per satuan waktu disebut laju dosis (Gy/jam). Laju dosis pada iridiasi dengan sumber penghasil sinar gama sebesar 100-10.000 Gy/jam, sedangkan elektron dipercepat sebesar 10<sup>4</sup>-10<sup>9</sup> Gy/detik. Dosis radiasi adalah jumlah energi radiasi yang diserap kedalam bahan pangan dan merupakan faktor kritis pada iridiasi pangan. Seringkali tiap jenis pangan

diperlukan dosis khusus untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Kalau jumlah radiasi yang digunakan kurang dari dosis yang diperlukan, efek yang diinginkan tidak akan tercapai. Sebaliknya, jika dosis berlebihan, pangan mungkin akan rusak sehingga tidak dapat diterima konsumen. Dosis yang digunakan secara umum untuk membasmi serangga sebesar 0,15 kGy-0,30kGy, sebagai fumigant kimia untuk disinfeksi sebesar 0,25 kGy-0,50 kGy, disinfeksi ikan kering dan curing ikan, rempah-rempah dan bahan baku pada bawang merah, umbi kentang, dan bawang putih sebesar 0,1 kGy dan untuk menghambat pemasakan pada pisang stroberi, mangga dan papaya sebesar 1,0 kGy.

Besarnya dosis radiasi yang dipakai dalam pengawetan makanan tergantung pada jenis bahan makanan dan tujuan iradiasi. Penggunaan dosis tersebut agar bahan pangan dapat dilakukan iradiasi dengan dosis secara tepat, dilakukan pengukuran dengan menggunakan suatu sistem dosimetri. Dosimetri merupakan suatu metode pengukuran dosis serap atau absorpsi radiasi terhadap produk dengan teknik pengukuran yang didasarkan pada pengukuran ionisasi yang disebabkan oleh radiasi menggunakan dosimetri.

Aplikasi iridiasi pangan pada praktiknya terdapat tiga penerapan umum dan kategori dosis dalam menggunakan radiasi ionisasi yaitu:

1. Iradiasi dosis rendah, sampai dengan 1 kGy
  - a. Menghambat pertunasan: 0.05-0.15 kGy pada kentang, bawangmerah, bawang putih, jahe, ubi jalar dan lainnya.
  - b. Disinfestasi serangan serangga dan disinfeksi parasit: 0.15-0.5 kGy pada sereal dan kacang kacang, buah segar dan kering, ikan kering dan daging lainnya.
  - c. Menunda proses fisiologis/pematangan: 0.25-1.0 kGy pada sayur dan buah segar.
2. Iradiasi dosis medium: 1-10 kGy
  - a. Memperpanjang masa simpan: 1.0-3.0 kGy pada ikan segar, stroberi, jamur dan lainnya.
  - b. Eliminasi mikroba pembusuk dan pantogen 1.0-7.0 kGy pada pangan laut segar dan beku, ternak dan daging segar maupun beku, dan lainnya.
  - c. Memperbaiki teknologi pangan 2.0-7.0 kGy pada anggur (meningkatkan hasil sari buah), sayuran dehidrasi (mengurangi waktu masak), dan lainnya.
3. Iradiasi dosis tinggi: di atas 10 kGy
  - a. Sterilisasi industri (kombinasi dengan pemansan suhu rendah) 30-50 kGy pada daging, ternak, *seafood*, makanan steril untuk pasien dirumah sakit, makanan steril untuk astronot, dan lainnya.
  - b. Dekontaminasi beberapa bahan tambahan pangan 10-50 kGy pada rempah, enzim, gum, dan lainnya.

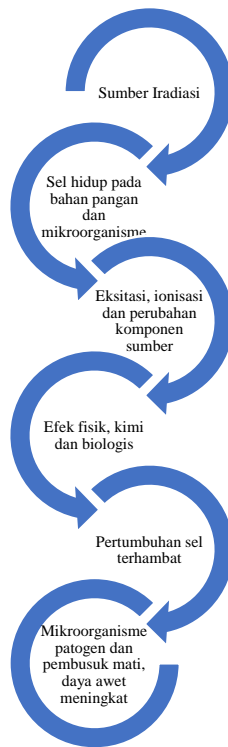
### 1.9.5 Mekanisme Iradiasi Pangan

Proses iradiasi dilaksanakan dengan melewati/pemaparan pangan, baik yang dikemas maupun curah pada radiasi ionisasi dalam jumlah dan waktu yang terkontrol untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Disamping untuk alasan keamanan pangan, iradiasi juga dapat dimanfaatkan untuk menunda pematangan beberapa jenis buah-buahan dan sayuran dengan perubahan proses fisiologis jaringan tanaman serta untuk menghambat pertunasan dari umbi-umbian. Proses ini tidak akan meningkatkan tingkat radioaktivitas pangan. Gelombang energi yang dilepas selama proses dapat mencegah pembelahan mikroorganisme penyebab pembusukan pangan seperti bakteri dan jamur melalui perubahan struktur molekul. Dalam meiradiasi pangan, sumber iradiasi yang boleh digunakan adalah:

- a. Sinar gamma dari radionuklida  $^{60}\text{Co}$  atau  $^{137}\text{Cs}$
- b. Sinar X yang dihasilkan dari mesin sumber yang dioperasikan dengan energi yang pada atau di bawah 5 MeV
- c. Elektron yang dihasilkan dari mesin sumber yang dioperasikan dengan energi pada atau dibawah 10 MeV.

Pada pengawetan pangan dengan iradiasi digunakan radiasi berenergi tinggi yang dikenal dengan nama radiasi pengion karena dapat menimbulkan ionisasi pada materi yang dilaluinya. Selain itu, radiasi yang digunakan dalam radiasi pangan dibedakan menjadi dua golongan, yaitu radiasi panas elektromagnetik dengan frekuensi rendah atau panjang gelombang besar. Radiasi pengion berasal dari gelombang elektromagnetik dengan frekuensi tinggi atau panjang gelombang pendek. Radiasi pengion mempunyai energi lebih besar dibandingkan dengan radiasi panas dan sangat sedikit menimbulkan perubahan suhu serta sedikit menimbulkan perubahan suhu serta mempunyai daya tembus yang relatif besar. Radiasi pengion banyak digunakan untuk pengawetan, penelitian, serta pengolahan pangan dibandingkan dengan radiasi panas.

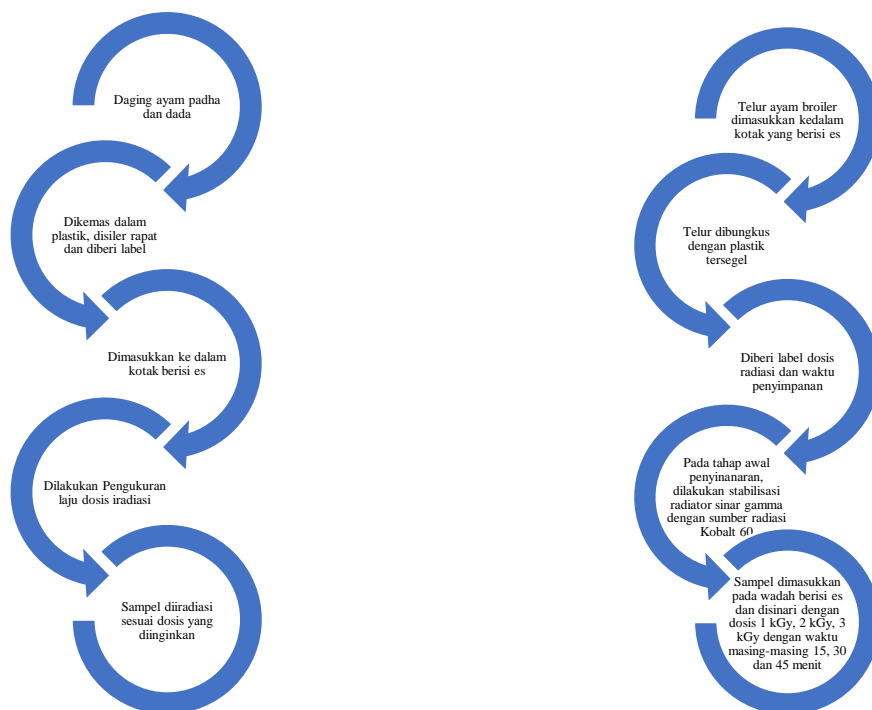
Teknik radiasi membutuhkan radio nuklida penghasil sinar gamma (cobalt-60, cesium-137) pada dosis maksimal 5 MeV, mesin berkas electron (maksimal 10 MeV) serta sinar X (maksimal 5 MeV) serta bahan kering, beku ataupun segar. Pada dosis rendah (kurang atau sama dengan 2 MeV), teknik ini berguna untuk menunda pertunasan dan pematangan. Sementara pada dosis sedang (3-10 MeV), berguna untuk membasmi serangga, dekontaminasi dan mengeliminasi mikroba patogen serta membasmi parasit. Sementara teknik radiasi dosis tinggi (diatas 10 MeV) berguna untuk sterilisasi. Saat ini telah terbit SNI dan RSNI pangan radiasi, yaitu SNI ISO 14470-2011 tentang iradiasi pangan dan persyaratan indikator untuk pangan.



Gambar 6.11 Alur mekanisme prinsip pengawetan bahan dengan radiasi

#### 1.9.6 Hasil Produk Iradiasi Pangan

Teknik radiasi ini berguna dalam pengawetan makanan tanpa menghilangkan kandungan nutrisi serta cita rasa. Pangan siap saji berbahan baku hewani yang dimasak dengan resep tradisional umumnya hanya dapat bertahan pada suhu kamar kurang dari dua hari. Perbedaan antara *irradiation food* dan *food radiation*. *Irradiation food* adalah produk pangan yang teradiasi, sementara *food radiation* merupakan proses tempat suatu produk pangan akan di radiasi terkontrol untuk memperpanjang masa simpannya sekaligus memperbaiki keamanan pangannya. Adapun mekanisme beberapa jenis produk yang diperlakukan *food radiation* diantaranya:



Gambar 6.12 Contoh mekanisme iradiasi produk pangan

## F. Rangkuman

Karakteristik bahan pangan, bahan pangan bersifat mudah rusak, sehingga diperlukan pengawetan untuk memperpanjang daya simpan. Pengawetan bahan pangan dibagi menjadi dua, yaitu pengawetan dengan bahan kimia dan pengawetan mekanik. Bahan kimia yang sering digunakan dalam pengawetan kimia, yaitu asam propionat, asam sitrat, benzoat, bleng, garam dapur, garam sulfat, gula pasir, kaporit, natrium metabisulfit, nitrit dan nitrat, sendawa, dan zat pewarna. Prinsip dasar pengawetan suhu rendah/pendinginan (*cooling*) menggunakan suhu rendah adalah memperlambat kecepatan reaksi metabolisme dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kebusukan dan kerusakan. Produk hasil pengawetan diantaranya selai, sirup, minuman ringan, dan keju.

Dasar dari pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan dan uap air antara udara dan bahan yang dikeringkan untuk memperpanjang masa simpan. Kandungan air bahan pangan dan jumlah kandungan air pada bahan pangan akan mempengaruhi daya tahan bahan tersebut terhadap mikroorganisme dan dinyatakan sebagai *water activity* (*aw*). Kandungan air bahan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu air bebas, air terikat secara fisik, dan air terikat secara kimia. Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air per satuan bobot bahan. Ada dua jenis metode untuk menentukan kadar air bahan, yaitu berdasarkan bobot kering dan bobot basah (*wet basis*). Proses pengeringan diperoleh dari penguapan air. Cara tersebut dilakukan dengan menurunkan kelembapan nisbi udara dengan

mengalirkan panas disekeliling bahan. Alat pengering dibagi menjadi dua, yaitu alat pengering konvensional (alat pengering surya dan alat pengering rumah kaca) dan alat pengering mekanis (alat pengering tipe sel, tipe bak, tipe rak, hampa udara, pengering beku, pengering terowongan, pengering inframerah). Produk hasil pengeringan, yaitu tepung cassava, mie kering, kerupuk, dan kue kering.

Prinsip pengasapan yaitu menyimpan bahan yang akan diasapi di atas sumber asap. Tujuan pengasapan untuk mengawetkan bahan pangan dan memberi cita rasa, warna, dan aroma yang khas. Faktor yang mempengaruhi pengasapan yaitu suhu pengasapan, kelembapan udara, jenis kayu, jumlah asap, dan ketebalan asap dari kecepatan aliran asap di dalam alat pengasap. Bahan bakar yang digunakan dalam pengasapan biasanya kayu, namun dapat berupa sekam gergaji, sabut kelapa, merang, ampas tebu, dan lainnya. Asap sebagai pengawet, pembentuk warna, rasa dan aroma. Asap mengandung fenol dan formaldehid yang menyebabkan warna, aroma, dan rasa yang khas. Jenis pengasapan terbagi menjadi empat macam, yaitu pengasapan panas, pengasapan dingin, pengasapan cair, dan pengasapan elektrik. Produk hasil pengasapan misalnya aneka ikan asap dan telur asin asap.

Pasteurisasi merupakan pemanasan susu dengan suhu dan waktu tertentu untuk membunuh sebagian mikroba patogen. Proses pasteurisasi dibedakan menjadi tiga metode, yaitu *Low Temperature Short Time* dengan suhu 72°C selama 15 menit dan *Ultra High Temperature* dengan suhu 134-150°C selama 2-5 detik. Produksi hasil fermentasi yaitu produk susu dan keju.

Blansing adalah pemanasan bahan pangan dengan uap air panas secara langsung pada suhu kurang dari 100°C selama kurang dari 10 menit. Peralatan yang dapat digunakan dalam proses blansing adalah *tubular blancer*, *rotary screw blancer*, *thermoscrew blancer*, *steam blancer*, *hot gas blancer*, dan *microwave blancer*. Tujuan blansing yaitu mematikan mikroba patogen, mengaktifkan enzim, menghilangkan beberapa substansi, dan mempertahankan warna alami bahan pangan. Blansing adalah pemanasan yang dapat memperbaiki tekstur. Proses blansing ada tiga macam, antara lain:

1. Blansing dengan air panas (*Hot Water Blanching*) merupakan metode blansing dengan proses perebusan. Metode ini efisien, kekurangan dari metode ini yaitu kehilangan komponen dalam bahan pangan mudah larut dalam air serta bahan yang tidak tahan panas.
2. Blansing dengan uap air panas (*Steam Blanching*) merupakan metode yang mengurangi kehilangan komponen yang tidak tahan panas
3. Blansing dengan menggunakan gelombang mikro (*Microwave Blanching*) yaitu metode dengan gelombang mikro yang bertujuan mengurangi mikroba pada makanan yang



membahayakan bagi kesehatan dan menonaktifkan enzim. Ada pula tujuan lain dari blansing, yaitu untuk menghilangkan bakteri atau mikroba yang menempel pada permukaan botol atau kemasan produk seperti anggur, sari buah, madu, makanan dan minuman kaleng setelah proses produksi.

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel pada keadaan anaerob (tanpa oksigen). Secara umum fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerob. Fermentasi mempunyai pengertian suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Cara fermentasi dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Proses fermentasi yang memungkinkan terjadinya penguraian
2. Proses fermentasi menghasilkan senyawa-senyawa yang akan memiliki kemampuan daya awet pada produk

Berdasarkan sumber mikroorganisme, proses fermentasi dibagi menjadi dua, yaitu fermentasi spontan dan fermentasi tidak langsung. Keuntungan fermentasi, yaitu:

1. Dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme beracun karena mengandung asam dan alkohol
2. Mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi dari nilai gizi bahan asalnya
3. Dapat terjadi pemecahan bahan-bahan yang tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim tertentu, contohnya selulosa, hemiselulosa dipecah menjadi gula sederhana

Kerugian fermentasi dapat menyebabkan keracunan karena toksin. Faktor yang dapat memengaruhi proses fermentasi, yaitu suhu, oksigen, substrat, dan air.

Kristalisasi merupakan proses pemurnian dan pengambilan hasil dalam bentuk padat. Proses separasi dengan kristalisasi mempunyai kelebihan tersendiri, yaitu dapat memperoleh kemurnian produk kristal dari solute yang cukup tinggi hanya dalam satu/*stage* operasi. Produk akhir berupa padatan kristalin yang mempunyai bentuk habit ukuran seragam, sehingga meningkatkan daya tarik, kemudahan *handling*, *packing*, dan penjualan ataupun proses lanjutannya. Tetapi proses kristalisasi juga mempunyai kelemahan, antara lain purifikasi multikomponen dalam suatu larutan tidak bisa dilakukan dengan satu tahapan operasi. Tidak memungkinkan separasi semua solute dari larutan dalam satu tahapan operasi kristalisasi.

Mekanisme pembentukan kristal, pembentukan inti adalah partikel-partikel kecil bahkan sangat kecil yang dapat terbentuk dengan cara memperkecil kristal-kristal. Pertumbuhan kristal yaitu kristalisasi penguapan dilakukan jika zat yang akan dipisahkan tahan terhadap panas dan titik bekunya lebih tinggi dari pada titik didih pelarut. Kristalisasi pendinginan dilakukan dengan cara mendinginkan larutan. Pada saat suhu larutan turun,

komponen zat yang dimiliki titik beku lebih tinggi akan membeku terlebih dahulu, sementara zat lain masih larut sehingga keduanya dapat dipisahkan dengan cara penyaringan. Kristalisasi adalah peristiwa pembentukan suatu kristal dari solute dalam larutan toleransinya. Transportasi molekul-molekul atau ion dari bahan yang akan dikristalkan dalam larutan ke permukaan kristal dengan cara difusi. Pembentukan kristal dapat juga terjadi bila suatu larutan telah melampaui titik jenuhnya. Larutan jenuh adalah larutan yang mengandung jumlah maksimum partikel terlarut pada suatu larutan pada suhu tertentu. Contohnya adalah NaCl ketika mencapai titik jenuh, maka akan terbentuk kristal. Proses kristalisasi terdiri atas dua buah kejadian besar, yakni nukleasi (*nucleation*) dan pertumbuhan kristal (*crystal growth*). Kristal dibuat pada saat nuclei dibentuk kemudian ditumbukkan. Proses kinetik dari nukleasi dan pertumbuhan kristal membutuhkan keadaan sangat jenuh yang secara umum dapat diperoleh dengan mengubah suhu, menghilangkan pelarut, atau dengan menambahkan agen penenggelaman atau pendamping reaksi.

Iradiasi pangan adalah metode penyinaran terhadap pangan, baik dengan zat radioaktif maupun akselerator untuk mencegah pembusukan dan kerusakan pangan serta membebaskan patogen. Jenis iradiasi pangan yang digunakan adalah iradiasi elektromagnetik, yaitu radiasi yang menghasilkan foton berenergi tinggi, sehingga terjadi ionisasi dan eksitasi pada materi yang dilaluinya. Sumber radiasi adalah sumber sinar gamma, yaitu  $^{60}\text{Co}$  dan  $^{137}\text{Cs}$  dan dapat sinar elektron yang dihasilkan oleh akselerator elektron. Perbedaan keduanya adalah daya tembus, sinar gamma (1 Mev) menembus air 20-30 cm dan elektron 10 Mev sedalah 3,5 cm. Tujuan iradiasi pangan untuk memperbaiki mutu pangan, menjaga mutu dan hygiene bahan pangan, serta sterilisasi (radappertiasiasi) dengan dosis (10-60 kGy), pasteurisasi (radurisasi) dosis 1-5 kGy, menunda kematangan buah 0,10-0,12 kGy, menghambat pertumbuhan tunas pada umbi 0,10-3,00 kGy, dan menghilangkan patogen 1-10 kGy.

## G. Referensi

1. Effendi, S. (2015). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta.
2. Fellows, P. J. (2016). *Teknologi Pengolahan Pangan Prinsip dan Praktik*. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
3. Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2018). *Prinsip Proses & Teknologi Pangan*. Alfabeta.
4. Sobari, E. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi.

## H. Latihan

Petunjuk: Untuk memahami materi pada Bab 6 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Prinsip dasar pengawetan menggunakan suhu rendah adalah ...
  - a. Mempercepat kecepatan reaksi metabolisme
  - b. Memperlambat kecepatan reaksi metabolisme
  - c. Menghambat metabolisme
  - d. Mempercepat metabolisme
2. FDA (*Food and Drug Administration*) melarang natrium digunakan ke dalam makanan jika lebih dari ...
  - a. > 0,5%
  - b. > 0,4%
  - c. > 0,2%
  - d. > 0,1%
3. Faktor utama yang menentukan laju pengeringan adalah ...
  - a. Suhu maksimum
  - b. Luas permukaan pengering
  - c. Luas permukaan bahan
  - d. Suhu minimum
4. Faktor yang mempengaruhi pengasapan adalah ...
  - a. Suhu pengasapan
  - b. Bahan bakar
  - c. Bahan kimia
  - d. Laju kecepatan udara
5. Manakah komponen asap yang merupakan bahan pengawet?
  - a. Alkohol
  - b. Phenol
  - c. CO<sub>2</sub>
  - d. O<sub>2</sub>
6. Kelebihan penggunaan asap cair dalam pengasapan adalah ...
  - a. Dapat diaplikasikan ke dalam berbagai kehidupan, seperti penyemprotan, pencelupan atau dicampur langsung ke dalam makanan
  - b. Lebih insentif dalam pemberian aroma
  - c. Polusi lingkungan dapat diperkecil
  - d. Semua jawaban benar

7. Proses pasteurisasi dilakukan dengan memanaskan susu pada suhu berapa dan berapa lama?
  - a. 62°C selama 60 menit
  - b. 80°C selama 20 menit
  - c. 72°C selama 15 menit
  - d. 75°C selama 15 menit
  
8. Blansing merupakan pemanasan pendahuluan yang biasanya dilakukan sebelum pembekuan, pengeringan, dan pengalengan dengan menggunakan air panas, uap panas, atau udara panas pada suhu sekitar 90°C selama 3-5 menit atau dengan kata lain blansing dilakukan dengan cara bagaimana?
  - a. Mengoleskan bahan dengan air panas
  - b. Blansing udara panas
  - c. Blansing udara dingin
  - d. Blansing udara hangat
  
9. Manakah yang merupakan proses kristalisasi?
  - a. Larutan dan lelehan
  - b. Fase uap dan fase air
  - c. Lelehan dan batuan
  - d. Larutan dan endapan
  
10. Prinsip iradiasi pangan adalah...
  - a. Teknik penyinaran menggunakan zat radioaktif untuk mengawetkan bahan pangan
  - b. Teknik pengawetan dengan menggunakan bantuan mikroorganisme
  - c. Metode pengawetan dengan cara mengurangi sebagian air dalam bahan pangan
  - d. Metode pengawetan bahan dengan menggunakan bahan-bahan kimia

#### Latihan Soal Essay

1. Jelaskan yang dimaksud dengan pengawetan secara kimia!
2. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengeringan!
3. Sebutkan sumber-sumber yang dapat digunakan untuk menghasilkan inframerah yang terdapat dalam pengeringan dengan sinar inframerah!
4. Sebutkan 3 metode pasteurisasi beserta suhunya!
5. Sebutkan cara dan jenis fermentasi!
6. Jelaskan pengertian dari blansing dan sebutkan 3 jenis proses blansing!
7. Bagaimana alur mekanisme prinsip pengawetan iradiasi?
8. Sebutkan dan jelaskan kekurangan dan kelebihan proses kristalisasi!
9. Jelaskan mekanisme prinsip proses pengasapan!
10. Sebutkan dan jelaskan 3 jenis kandungan air yang terdapat di dalam suatu bahan!

## **I. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

### **1. Umpan Balik**

Perhatikan komentar yang diberikan oleh dosen/tutor/asisten. Apabila hasil latihan anda telah mencapai minimal 70 maka anda telah dinyatakan menguasai sebagian besar dari kompetensi yang di harapkan dalam bab ini.

### **2. Tindak Lanjut**

Apabila hasil penilaian bab ini telah mencapai minimal 70 maka anda dapat mempelajari BAB 7.

## **BAB 7. BAHAN TAMBAHAN PANGAN**

### **A. Kemampuan Akhir yang Direncanakan**

Mahasiswa mampu menganalisis bahan tambahan pangan dan penggunaannya.

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mahasiswa mampu menganalisis pengertian bahan tambahan pangan
2. Mahasiswa mampu menganalisis jenis bahan tambahan pangan dan penggunaannya
3. Mahasiswa mampu menganalisis kajian keamanan bahan tambahan pangan

### **C. Deskripsi Singkat Isi Bab**

Bahan tambahan pangan (BTP) merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam pangan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan sehingga dapat memenuhi kebutuhan dan selera konsumen. Terdapat 27 golongan BTP yang diizinkan dan banyak digunakan dalam produk pangan yang telah melalui kajian keamanan BTP oleh asesor kajian resiko dengan mengikuti sistematisa identifikasi bahaya, karakterisasi bahaya, kajian paparan dan karakterisasi resiko.

### **D. Relevansi**

Semakin meningkatnya kebutuhan pangan olahan, maka akan semakin beragam pula proses pengolahan dan jenis pangan olahan yang dibuat. Dalam proses pengolahan pangan, BTP merupakan bagian dari formulasi yang ditambahkan untuk tujuan tertentu agar dihasilkan produk pangan yang lebih seragam (tekstur, penampakan, rasa, aroma, dan warna), serta dapat disimpan lebih lama. BTP juga digunakan untuk mempertahankan mutu, meningkatkan nilai gizi, memperbaiki sifat fungsional, memfasilitasi proses pengolahan, serta meningkatkan penerimaan konsumen, BTP dapat digunakan secara langsung pada bahan segar, atau ditambahkan ke dalam pangan selama proses pengolahan, pengemasan atau penyimpanan.

### **E. Uraian Materi Bahan Tambahan Pangan**

Kebutuhan pangan olahan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas manusia yang memerlukan pangan yang lebih praktis, kebutuhan pangan ini dapat dipenuhi, baik dari segi kuantitas dan kualitas, dengan berkembangnya industri pangan secara pesat yang dapat memproduksi pangan secara masal (*mass production*), yang diikuti dengan inovasi pangan untuk memenuhi kebutuhan dan selera konsumen. Untuk memproduksi pangan

dalam skala besar, industri pangan menggunakan bahan pangan, baik dalam bentuk bahan baku segar, bahan setengah jadi (ingridien), dan bahan tambahan pangan (BTP).

Dalam proses pengolahan pangan, BTP merupakan bagian dari formulasi yang ditambahkan untuk tujuan tertentu agar dihasilkan produk pangan yang lebih seragam (tekstur, penampakan, rasa, aroma, dan warna), serta dapat disimpan lebih lama. BTP juga digunakan untuk mempertahankan mutu, meningkatkan nilai gizi, memperbaiki sifat fungsional, memfasilitasi proses pengolahan, serta meningkatkan penerimaan konsumen, BTP dapat digunakan secara langsung pada bahan segar, atau ditambahkan ke dalam pangan selama proses pengolahan, pengemasan atau penyimpanan. Namun demikian, BTP dilarang digunakan untuk tujuan menyembunyikan kerusakan atau pembusukan pada pangan atau untuk menipu konsumen. Penggunaan BTP juga tidak dianjurkan jika efek serupa dapat diperoleh secara lebih ekonomi tanpa menambahkan bahan apapun, tetapi dengan menerapkan praktis produksi pangan yang baik (*good manufacturing practices*).

Beberapa bahan telah digunakan selama berabad-abad, contohnya penggunaan cuka dalam pembuatan acar, atau penggunaan sulfur dioksida pada pembuatan anggur. Saat ini, bahan tersebut dikelompokkan sebagai BTP. Berkembangnya industri pangan dan munculnya sebagai jenis pangan olahan pada pertengahan abad ke 20, menyebabkan semakin banyak BTP yang dikembangkan dan digunakan, baik yang bersifat alami maupun sintesis/ buatan. Banyak sekali BTP yang digunakan secara komersial, di antaranya yang umum adalah kelompok antioksidan atau antimikrobia.

BTP diizinkan untuk digunakan dalam proses pengolahan pangan apabila telah dibuktikan secara ilmiah aman untuk dikonsumsi dan diterapkan berdasarkan peraturan pemerintah. Setiap negara memiliki peraturan penggunaan BTP, termasuk peraturan untuk mencantumkan keterangan BTP pada label kemasan pangan sebagai informasi bagi konsumen. Bahan baru yang berpotensi digunakan sebagai BTP harus dikaji dahulu keamanannya sebelum diizinkan untuk digunakan. Di tingkat internasional, kajian keamanan BTP dilakukan oleh *joint expert committee on food additive (JECFA)* yang merupakan salah satu komisi di *Codex Alimentarius Commission (CAC)*.

### **1.1 Mengenal Bahan Tambahan Pangan**

Menurut permenkes RI Nomor 33 Tahun 2012 dan peraturan badan pengawas obat dan makanan (perBPOM) Nomor 11 Tahun 2019 Tentang bahan tambahan pangan, BTP yang digunakan dalam pangan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: (1) BTP tidak dimaksudkan untuk dikonsumsi secara langsung dan/atau tidak diperlakukan sebagai bahan

baku pangan (2) BTP dapat mempunyai atau tidak mempunyai nilai gizi, yang sengaja ditambahkan ke dalam pangan untuk tujuan teknologis pada pembuatan, pengolahan, perlakuan, pengepakan, pengemasan, penyimpanan dan/atau pengangkutan pangan untuk menghasilkan atau diharapkan menghasilkan suatu komponen atau mempengaruhi sifat pangan tersebut, baik secara langsung atau tidak langsung (3) BTP tidak termasuk mempertahankan atau meningkatkan nilai gizi. BTP dapat digunakan secara tunggal atau campuran, dengan batas maksimal penggunaan sesuai ketentuan.

Penggunaan BTP (kelompok, jenis, dan kode *international number system* atau INS) di Indonesia diatur dalam peraturan menteri kesehatan (permenkes) Nomor 33 Tahun 2012 (**Tabel 7.1**). BTP digolongkan menjadi 27 kelompok berdasarkan fungsinya. Untuk selanjutnya batas maksimal untuk setiap BTP diterapkan dalam perBPOM Nomor 11 tahun 2019 yang penggunaan BTP berdasarkan kelompok, jenis dan kategori pangan **Tabel 7.2** menyajikan contoh isi perBPOM RI untuk pengawet (benzoat dan garamnya).

#### 1.1.1 Antibuih (*antifoaming agent*)

Antibuih merupakan BTP yang ditambahkan ke dalam pangan untuk mencegah atau mengurangi pembentukan buih yang terbentuk selama proses pengolahan, misalnya akibat proses pemanasan. Pembentukan buih di pertemukan dapat menimbulkan masalah, seperti terjadinya luapan bahan yang menimbulkan ganangan di sekitar peralatan. Hal ini dapat menimbulkan masalah keamanan kerja bagi karyawan pabrik. Pembentukan buih juga dapat mengurangi kecepatan, karena kapasitas wadah pemasakan menurun oleh adanya buih. Antibuih banyak digunakan di industri pangan, khususnya produk cair, seperti di industri minyak goreng atau menggunakan minyak goreng, di industri minuman. Contoh antibuih yang banyak digunakan adalah kalsium atau mono dan digliserida asam lemak.

Tabel 7.1 Bahan tambahan pangan yang diizinkan untuk digunakan dalam proses pengolahan pangan (cuplikan permenkes nomor 33 tahun 2012)

No	Kelompok BTP	Contoh
1	Antibuih ( <i>antifoaming agent</i> )	Kalsium alginat (INS 404); Mono dan digliserida asam lemak (INS 471)
2	Anti kempal ( <i>anticaking agent</i> )	Kalsium karbonat (170(i)); Natrium karbonat (INS 500(i))
3	Antioksidan ( <i>antioxidant</i> )	Asam askorbat (INS 300); Propil galat (INS 310)
4	Bahan pengkarbonasi ( <i>carbonating agent</i> )	Karbondioksida (INS 290)
5	Garam pengemulsi ( <i>emulsifying salt</i> )	Natrium hidrogen sitrat (INS 331(i)); Natrium tripolifostat (INS 451ii))
6	Gas untuk kemasan ( <i>packaging gas</i> )	Karbondioksida (INS 325); Nitrogen (INS 941)
7	Humektan ( <i>humectant</i> )	Kalium laktat (INS 326); Gliserol (INS 422)
8	Pelapis ( <i>glazing agent</i> )	Malam (INS 901; Lilin kandelila (INS 902)



9	Pemanis ( <i>sweetener</i> )	Manitol (INS 421); Glikosida steviol (INS 960); Aseulfam-K (INS 950)
10	Pembawa ( <i>carrier</i> )	Trietil sitrat (INS 1505); Propilen glikol (INS 1520)
11	Pembentuk gel ( <i>gelling agent</i> )	Natrium alginate (INS 401); Gelatin (INS 428)
12	Pembuih ( <i>foaming agent</i> )	Gom xanthan (INS 415); Etil metil selulosa (INS 465)
13	Pengatur keasaman ( <i>acidity regulator</i> )	Asam asetat (INS 260); Natrium laktat (INS 325)
14	Pengawet ( <i>preservative</i> )	Natrium sorbat (INS 210); Natrium benzoate (INS 211)
15	Pengembang ( <i>raising agent</i> )	Natrium karbonat (INS 500(i)); Glukono delta lakton (INS 575)
16	Pengemulsi ( <i>emulsifier</i> )	Lesitin (INS 322(i)); Polisorbit 20 (INS 432)
17	Pengental ( <i>thickener</i> )	Karagen (INS 407); Pektin (INS 440); Dipati fosfat (INS 1412)
18	Pengeras ( <i>firming agent</i> )	Kalsium klorida (INS 509); Kalsium glukonat (INS 578)
19	Penguat rasa ( <i>flavour enhancer</i> )	Mononatrium L-glutamat (INS 621); Asam 5'-inosinat
20	Peningkat volume ( <i>bulking agent</i> )	Natrium laktat (INS 325); Propilen glikol alginate (INS 405)
21	Penstabil ( <i>stabilizer</i> )	Kalsium asetat (INS 263); Kalsium fosfat (INS 341)
22	Peretensi warna ( <i>color retentive agent</i> )	Magnesium karbonat (INS 504(i)); Magnesium hidroksida (INS 528)
23	Perisa ( <i>flavoring</i> )	Perisa alami; perisa identic alami; perisa artifisial
24	Perlakuan tepung ( <i>flour treatment agent</i> )	Kalsium oksida (INS 529); $\alpha$ -amilase (INS 1100)
25	Pewarna ( <i>colour</i> )	Kurkumin CI. No. 75300 (INS 100(i)); Klorofil CI. No. 75810 (INS 140); Tartrazin CI. No. 19140 (INS 102)
26	Propelan ( <i>propellant</i> )	Dinitrogen monoksida (INS 942); Propana (INS 944)
27	Sekuestran ( <i>sequestrant</i> )	Iso propil sitrat (INS 384); Kalium glukonat (INS 577)

Tabel 7.2 Contoh batas maksimal penggunaan bahan tambahan pangan pengawet (benzoate dan garamnya) berdasarkan kategori pangan

No. Kategori Pangan	Kategori Pangan	Batas Maksimal (mg/kg)
01.7	Makanan pencuci mulut berbahan dasar susu (es susu, pudding, buah dan yoghurt berperisa)	200
02.2.1.2	Margarin dan produk sejenis (misalnya campuran mentega-margarin)	1000
02.2.2	Emulsi yang mengandung lemak kurang dari 80% (misalnya minarine)	1000
02.3	Emulsi lemak selain kategori 02.2.2	1000
02.4	Makanan penutup atau pencuci mulut berbasis lemak	1000
04.1.2.5	Jem, jeli (oles) dan marmalade	200
04.1.2.6	Produk oles berbasis buah (misalnya <i>chutney</i> )	1000
04.1.2.8	Bahan baku berbasis buah-buahan, meliputi bubur buah, <i>puree</i> , toping buah dan santan kelapa	1000

### 1.1.2 Antikempal (*anticaking agent*)

Antikempal merupakan BTP yang digunakan untuk mencegah mengempalnya produk pangan yang berbentuk serbuk, seperti kopi, kakao bubuk, sup instan, susu bubuk, dan krim, ataupun garam meja. Pengempalan menyebabkan produk powder tidak bersifat mengalir, sehingga dapat menjadi masalah pada saat tahap pergerakan bahan baku atau selama pengemasan. Diantara antikempal yang banyak digunakan adalah kalsium karbonat, trikalsium fosfat, dan garamnya (kalsium, kalium, dan natrium Ca, K, Na).

### 1.1.3 Antioksidan (*antioxidant*)

Antioksidan merupakan BTP yang digunakan untuk mencegah atau menghambat kerusakan pangan akibat reaksi oksidasi, sehingga dapat memperpanjang umur simpanannya. Oleh karena itu, antioksidan biasanya ditambahkan ke dalam proses pengolahan pangan yang di dalam formulasinya mengandung bahan yang mudah teroksidasi. Contoh bahan yang mudah teroksidasi adalah lemak tidak jenuh dan vitamin c. Antioksidan juga dapat ditambahkan pada produk non-lemak untuk mencegah reaksi oksidasi, contohnya pada produk jus. Jenis antioksidan yang sesuai untuk digunakan dalam produk berbasis air adalah yang larut air, seperti asam askorbat dan garamnya (natrium askorbat, kalsium askorbat, kalium askorbat), askorbil plamiat, askorbil stearat, asam eritorbat, dan natrium eritorbat.

### 1.1.4 Bahan pengarbonasi (*carbonating agent*)

Merupakan BTP untuk membentuk karbonasi di dalam pangan. Bahan pengarbonasi yang diizinkan adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Bahan tersebut digunakan dalam berbagai minuman ringan bersoda (*soft drink*).

### 1.1.5 Garam pengemulsi (*emulsifying salt*)

Garam pengemulsi merupakan BTP yang digunakan untuk membantu menjaga kestabilan emulsi minyak dan sir. Pada umumnya merupakan senyawa organik yang memiliki dua gugus polar di satu sisi dan non-polar disisi lainnya, sehingga dapat menjembatani bercampurnya minyak dengan air. Garam pengemulsi sering digunakan untuk mendispersikan protein dalam keju, sehingga mencegah pemisahan lemaknya. Selain itu, garam pengemulsi dapat digunakan sebagai penstabil adonan (misalnya cake). Mekanismenya adalah dengan membantu aerasi pada saat pengocokan telur sehingga mampu meningkatkan stabilitas adonan dan membuat tekstur cake menjadi lebih lembut. Garam pengemulsi yang diizinkan untuk digunakan antara lain adalah natrium atau kalium dihidrogen sitrat, natrium tripolifosfat (STPP) atau garam kaliumnya, gelatin, lesitin, gula ester dari asam lemak (di pasaran dikenal dengan SP), mono dan digliserida (di pasaran dikenal dengan TBM atau ovalet), serta garam pengemulsi lain yang disebutkan dalam PerBPOM Nomor 11 Tahun 2019.

#### 1.1.6 Gas untuk kemasan (*packaging gas*)

Gas untuk kemasan merupakan BTP berupa gas yang dimasukkan ke dalam kemasan pangan sebelum, saat atau setelah kemasan diisi dengan pangan untuk mempertahankan mutu dan melindunginya dari kerusakan. Jenis gas yang diizinkan digunakan adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan nitrogen (N<sub>2</sub>). Penggunaan gas ini dapat ditemui pada produk snack (misalnya potato chips). Di samping untuk menahan tekanan akibat penumpukan, penggunaan gas inert juga dapat mengusir oksigen di dalam kemasan sehingga dapat memperlambat laju oksidasi lemak.

#### 1.1.7 Humektan (*humectant*)

Humektan merupakan BTP yang digunakan untuk mempertahankan kelembaban pangan. Zat yang berperan sebagai humektan menarik dan mempertahankan kelembaban udara sekitarnya dengan menyerap dan mengikat air. Contoh humektan yang diizinkan adalah natrium laktat, kalium laktat, natrium hidrogen malat, natrium malat, gliserol, sorbitol, dan triasetin. Contoh penggunaan humektan adalah gula alkohol (seperti sorbitol) dalam pembuatan dodol yang ditambahkan untuk menurunkan aktivitas air ( $a_w$ ) dodol di bawah  $a_w$  pertumbuhan mikroba, sehingga dodol tidak mudah ditumbuhi kapang. Gugus hidroksil pada gula alkohol mampu mengikat air lebih banyak dibandingkan sukrosa atau dekstrosa.

#### 1.1.8 Pelapis (*glazing agent*)

Merupakan BTP alami maupun sintetis yang digunakan untuk melapisi permukaan pangan, sehingga mencegah kehilangan air dan memberikan efek perlindungan atau penampakan mengkilap. BTP ini digunakan untuk melapisi buah segar agar tidak cepat mengalami dehidrasi, jenis yang diizinkan yang digunakan adalah malam, lilin kandelila, lilin karnauba, lilin mikrokristalin, syelak, dan pululan.

#### 1.1.9 Pemanis (*sweetener*)

Pemanis merupakan BTP berupa pemanis alami maupun sintetis yang memberikan rasa manis pada produk pangan. Pemanis alami (*natural sweetener*) yaitu pemanis yang dapat ditemukan dalam bahan alam, meskipun prosesnya secara sintetik ataupun fermentasi, contohnya sorbitol, manitol, isomalt/ isomaltitol, thaumatin, glikosida steviol, maltitol, laktitol, silitol, dan eritritol. Pemanis buatan (*artificial sweetener*) adalah pemanis yang diproses secara kimiawi, dan senyawa tersebut tidak terdapat di alam, contohnya asesulfam-K, aspartam, siklamat, sakarin, sukralosa, dan neotam. Pemanis buatan tidak dapat digunakan pada produk pangan yang khusus diperuntukkan bagi bayi, anak usia di bawah tiga tahun, ibu hamil dan/atau ibu menyusui.

Asesulfam-K memiliki tingkat kemanisan 130–200 kali lebih manis dibanding sukrosa. Zat tersebut tidak dimetabolisme oleh tubuh sehingga tidak menghasilkan kalori. Kelemahan

zat tersebut adalah jika digunakan dalam jumlah besar, memiliki after taste pahit. Pemanis ini tahan panas; sering digunakan pada awetan buah, produk susu dan berbagai jenis minuman.

Aspartam ditemukan secara alami dalam makanan kaya protein, yang memiliki tingkat kemanisan dua kali lebih manis dibanding sukrosa. Disintesa dalam bentuk aspartylphenylalanine-1-methyl ester atau merupakan metil ester dari dipeptida dua macam asam amino, yaitu asam aspartat dan fenilalanin. Saat dicerna dalam tubuh, aspartam akan terurai menjadi asam aspartat, fenilalanin, dan methanol sehingga tidak cocok bagi penderita fenilketonuria. Aspartam dijual dengan nama dagang Equal, Nutrasweet, atau Canderel. Pemanis ini dapat digunakan untuk semua jenis makanan, minuman, dan obat-obatan.

Siklamat merupakan pemanis bebas kalori, dengan kemanisan 30–50 kali lebih manis dibanding gula. Siklamat stabil pada suhu tinggi, memiliki rasa yang menyenangkan, dapat digunakan dalam kombinasi dengan pemanis lain, dan ekonomis sehingga sangat menguntungkan bagi produsen pangan olahan. Namun, beberapa negara seperti Amerika Serikat dan Kanada melarang penggunaannya karena dapat menyebabkan kanker kandung kemih pada hewan coba. Sakarin adalah pemanis sintesis rendah kalori yang paling awal digunakan memiliki kemanisan 300–500 kali lebih manis dibanding gula sehingga paling banyak digunakan.

Sukralosa merupakan pemanis sintesis yang memiliki kemanisan 600 kali lebih manis dibanding sukrosa. Pemanis ini tidak dicerna di dalam tubuh dan tidak berpengaruh pada kadar gula darah dan asupan kalori, sehingga aman bagi penderita diabetes. Tidak seperti aspartam, sukralosa tahan terhadap suhu tinggi. Penggunaannya dalam proses memasak (bahkan pada pemanggangan) tidak akan mengubah bentuk zatnya sehingga aman dikonsumsi. Pemanis ini juga tidak meninggalkan rasa pahit di lidah, walaupun memiliki tingkat kemanisan sangat tinggi. Di pasaran dikenal dengan nama Splenda yang dapat ditemui pada berbagai produk makanan dan minuman, seperti permen karet, gelatin, dan makanan beku.

Neotam memiliki kemanisan 8.000 kali lebih tinggi dibanding sukrosa. Neotam banyak digunakan pada makanan dengan kalori rendah.

#### 1.1.10 Pembawa (*carrier*)

Pembawa adalah BTP yang digunakan untuk memfasilitasi penanganan, aplikasi atau penggunaan BTP lain atau zat gizi dalam pangan dengan cara melarutkan, mengencerkan, mendispersikan atau memodifikasi secara fisik BTP lain atau zat gizi tanpa mengubah fungsinya dan tidak mempunyai efek teknologi pada pangan. Jenis pembawa yang diizinkan adalah sukrosa asetat isobutirat, trietil sitrat, propilen glikol dan polietilen glikol.

#### 1.1.11 Pembentuk gel (*gelling agent*)

Pembentuk gel merupakan BTP yang berfungsi untuk membentuk gel atau untuk mengenkalkan dan menstabilkan berbagai produk pangan, seperti jel, makanan penutup, dan permen. Jenis yang diizinkan untuk digunakan dalam produk pangan adalah asam alginat beserta garamnya (natrium, kalium, kalsium), agar-agar, karagenan, rumput laut *euचेuma* olahan, gelatin, dan pektin.

#### 1.1.12 Pembuih (*foaming agent*)

Pembuih adalah BTP yang digunakan untuk memfasilitasi pembentukan buih atau pembuat gelembung. Sifatnya seperti surfaktan, dalam jumlah sedikit, akan menurunkan tegangan permukaan cairan (mengurangi kerja yang dibutuhkan untuk membuat buih) atau meningkatkan stabilitas koloid dengan menghambat penyatuan gelembung. Sebagai BTP, pembuih berguna untuk membentuk atau memelihara homogenitas dispersi fase gas dalam pangan berbentuk cair atau pada. Pembuih teradsorpsi ke daerah antar-fase dan mengikat gelembung gas sehingga diperoleh buih yang stabil. BTP ini dapat dijumpai pada produk minuman berbasis susu yang berperisa, yoghurt, cheese tea atau whip krim. Jenis yang diizinkan penggunaannya adalah gom xanthan, selulosa mikrokristalin, etil metil selulosa, ekstrak quillaia tipe 1, dan ekstrak quillaia tipe 1.

Gom xanthan adalah polisakarida hasil fermentasi aecrob dari kaborhidrat oleh bakteri *Xanthomonas campestris*. Gom xanthan bersifat pseudoplastik, tidak sensitif terhadap pH, suhu, dan konsentrasi elektrolit, memiliki viskositas tinggi pada konsentrasi rendah, serta mudah larut dalam air panas atau air dingin. Gom xanthan mampu menciptakan tekstur lembut pada es krim. Selain sebagai bahan pembuih, gom xanthan juga dapat digunakan sebagai pengental atau pengental produk pangan.

Selulosa mikrokristalin merupakan selulosa murni yang diisolasi dari a-selulosa bahan tanaman berserat dengan asam mineral. Selulosa mikrokristalin dapat mengontrol pembentukan kristal es, sehingga dihasilkan es dengan tekstur yang lembut tanpa gangguan dari kristal es tersebut. Selulosa mikrokristalin juga dapat berfungsi sebagai antikempal, pengemulsi, pengental, meningkat volume, penstabil, dan pengganti lemak pada produk daging, susu, atau *confectionary*.

#### 1.1.13 Pengatur Keasaman (*acidity regulator*)

Pengatur keasaman adalah BTP yang digunakan untuk mengasamkan, menetralkan dan/atau mempertahankan derajat keasaman (pH) pangan, baik untuk menurunkan maupun menaikkan pH. Pengatur keasamaan dapat bertindak sebagai bahan pengawet, penegas rasa dan warna, atau menutupi *after taste* yang tidak disukai. Unsur yang menyebabkan rasa asam

adalah ion H<sup>+</sup> atau H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Pengatur keasaman dapat di kelompokkan sebagai pengasam, pembasa, dan pendapat/penetral.

Pengatur keasaman antara lain digunakan pada produk jus, saus, minuman berbasis air berperisa, termasuk minuman elektrolit atau minuman berpartikel, telur yang diawetkan (dibasakan, diasinkan, atau dikalengkan), salad, margarin, cuka makan, sup, dan kaldu. Di antara jenis pengatur keasaman yang diizinkan adalah asam asetat dan turunan garamnya, asam sitrat dan garamnya, asam tartrat, asam adipat dan garamnya, garam karbonat, glukono delta lakton, kalsium glukonat, dsb.

#### 1.1.14 Pengawet (*preservative*)

Pengawet adalah BTP yang digunakan untuk memperpanjang umur simpan produk pangan dengan mencegah atau menghambat fermentasi, pengasapan, penguraian, dan perusakan pangan akibat aktivitas mikroorganisme. Jenis yang diizinkan untuk digunakan dalam pangan adalah asam sorbat dan garamnya, asam benzoat dan garamnya, etil para-hidroksibenzoat, metil para-hidroksibenzoat, sulfit, dan garamnya, nisin, natamisin, garam nitrit/nitrat, asam proionat dan garamnya, dan lisozim hidroklorida.

Asam benzoat dan garam benzoat digunakan untuk memperpanjang umur simpan dan melindungi produk pangan dari jamur dan bakteri. Pada umumnya dijumpai dalam produk bakteri, minuman ringan, bir, margarin, dan makanan asam. Nitrit dan nitrat berfungsi untuk melindungi produk pangan dari kerusakan akibat jamur dan bakteri, juga untuk mempertahankan warna daging dan buah-buahan kering, dan daging olahan (*sosis, hot dog, bacon, ham, luncheon meats*, dan ikan asap). Sulfit dapat memperpanjang umur simpan dan melindungi produk pangan dari serangan jamur dan bakteri. Sulfit banyak digunakan dalam buah-buahan kering, kelapa parut, dan buah-buahan pengisi *pie*.

#### 1.1.15 Pengembang (*raising agent*)

Pengembang adalah BTP berupa senyawa tunggal atau campuran untuk melepaskan gas sehingga meningkatkan volume adonan. Jenis yang diizinkan untuk digunakan dalam pangan adalah diamonium hidrogen fosfat, natruim karbonat, natrium hidrogen karbonat, kalium hidrogen karbonat, amonium karbonat, amonium hidrogen karbonat, natrium aluminium fosfat, glukono delta lakton, dekstrin, dan pati asetat.

#### 1.1.16 Pengemulsi (*emulsifier*)

Emulsi adalah campuran dari dua cairan yang biasanya tidak bisa bergabung, seperti minyak/lemak dan air, sehingga mudah terpisah. Sistem pangan banyak merupakan bentuk emulsi, sehingga agar tidak mudah terpisah diperlukan bahan yang dapat mempersatukannya. Bahan ini disebut sebagai pengemulsi atau emulsifier, yaitu zat yang dapat mempertahankan

sistem dispersi lemak dalam air dan sebaliknya. Pengemulsi merupakan BTP yang digunakan untuk membantu terbentuknya campuran yang homogen dari dua atau lebih fase yang tidak tercampur. Mekanisme pengemulsi adalah melalui kemampuannya meningkat gugus polar (hidrofilik) dan gugus non-polar (hidrofobik). Contoh pengemulsi adalah lesitin (fosfatidikolin) yang memiliki gugus bipolar, yaitu ester fosfat yang bersifat polar (hidrofilik) dan dua rantai asam lemak yang bersifat non-polar (hidrofobik). Jenis pengemulsi lain yang diizinkan sangat banyak, di antaranya kalsium karbonat, lesitin, natrium laktat, kalsium laktat, garam sitrat, garam fosfat, garam aginat, agar-agar gom gelatin, polisorbitat, pektin, dsb.

#### 1.1.17 Pengental (*thickener*)

Pengental adalah BTP yang digunakan untuk menstabilkan, memekatkan, atau meningkatkan viskositas pangan yang dicampur dengan air sehingga membentuk kekentalan tertentu tanpa merubah sifat lainnya secara substansial. Pengental dapat membantu pembentukan dan pematapan sistem dispersi yang homogen pada produk makanan dan minuman. Peningkatan kekentalan produk akan menghalangi bergabungnya zat yang terdispersi menjadi ngobula yang lebih besar. Oleh karena itu, BTP ini juga dapat berfungsi sebagai penstabil (*stabilizer*) dan pengemulsi (*emulsifier*).

Pengentalan bahan pangan cair dapat digunakan hidrokoloid, gom dan bahan polimer sistetis, seperti karagemen, agar, pektin, gum arab, dan karboksi metil selulosa (CMC). CMC merupakan turunan selulosa yang sering digunakan dalam industri pangan untuk memperoleh tekstur yang baik. Penggunaan CMC pada pembuatan es krim akan memperbaiki tekstur dan kristal laktosa yang terbentuk menjadi lebih halus. Sebagai pengental, CMC mampu mengikat air sehingga molekul air terperangkap dalam stuktur gel yang di bentuk oleh CMC, sehingga gel yang terbentuk juga menjadi lebih stabil. Sebagai pengemulsi, CMC sangat baik dalam memperbaiki tektur produk berkadar gula tinggi, misalnya es krim.

#### 1.1.18 Pengeras (*firming agent*)

Pengeras merupakan BTP yang digunakan untuk memperkeras atau mempertahankan jaringan buah dan sayuran, atau berinteraksi dengan bahan pembentuk gel untuk memperkuat gel. Jenis yang diizinkan adalah kalsium laktat, trikalsium sitrat, kalium klorida, kalsium sulfat, dan kalsium glukonat, BTP ini sering digunakan pada pembuatan kripik, pikel, atau buah dalam kaleng.

Bahan pangan dapat tetap keras teksturnya karena ion kalsium bervalensi dua yang ditambahkan sebagai bahan pengeras membentuk ikatan silang dengan gugus karboksil dari pektin yang terdapat di dalam dinding sel, sehingga terbentuk jaringan molekul kalsium pektat

yang tidak larut air. Hal tersebut menyebabkan jaringan sel menjadi keras dan lebih tahan terhadap pengaruh mekanis.

#### 1.1.19 Penguat Rasa (*flavour enhancer*)

Penguat rasa merupakan BTP yang berfungsi untuk memperkuat atau memodifikasi rasa dan/atau aroma yang telah ada dalam bahan pangan tersebut tanpa memberikan rasa dan/atau aroma baru. Penguat rasa dapat diekstraksi dari sumber-sumber alami (melalui distilasi, ekstraksi menggunakan pelarut, maserasi, atau metode lainnya) atau dibuat secara sintetis. Jenis penguat rasa yang diizinkan untuk digunakan dalam pangan adalah asam L-glutamat dan garamnya, asam gunilat dan garamnya, asam inosinat dan garamnya, dan garam-garam dari 5'-ribonukleotida.

Glutamat merupakan penguat rasa yang paling banyak digunakan, terutama monosodium glutamat (MSG). Zat tersebut terdapat isomer yang terdapat secara alami dan memiliki sifat sebagai pembangkit cita rasa. Zat tersebut memstimulasi sel reseptor rasa, sehingga lebih peka dan dapat menikmati rasa dengan lebih baik, rasa gurih yang sering disebut sebagai umami. Sementara isomer D- tidak menunjukkan potensi tersebut.

#### 1.1.20 Peningkat volume (*bulking agent*)

Peningkat volume merupakan BTP yang digunakan untuk meningkatkan volume pangan tanpa memengaruhi nilai gizinya. Peningkat volume sering digunakan pada susu dan hasil olahannya, lemak dan minyak nabati, produk bakteri, produk olahan daging, ikan dan produk perikanan, suplemen pangan, dsb. BTP ini juga dapat berfungsi sebagai humektan, pengatur keasaman, pengemulsi, pengental, penstabil, dan/atau pembentuk gel. Jenis peningkat volume yang diizinkan adalah natrium laktat, alginat, agar-agar, karagenan, gum, dan jenis lain yang disebutkan dalam perBPOM Nomer 11 tahun 2019.

#### 1.1.21 Penstabil (*stabilizer*)

Penstabil merupakan BTP yang digunakan untuk menstabilkan sistem dispersi yang homogen dari dua atau lebih komponen pada pangan. Penstabil dapat meningkatkan viskositas bahan pangan yang diolah, sehingga akan menghalangi bergabungnya beberapa butiran zat terdispersi menjadi butiran yang lebih besar (mencegah flokulasi). Zat tersebut juga mampu mengikat air bebas dalam jumlah banyak, sehingga tekstur produk yang dihasilkan menjadi lebih lembut. Jenis penstabil yang diizinkan adalah kalsium karbonat, kalsium asetat, asam fumarat, lesitin, alginat, agar-agar, karagenan, rumput laut eubeuma olahan, gom, gliserol, geltin, pektin, dan jenis lain yang disebutkan dalam perBPOM Nomer 11 tahun 2019.



#### 1.1.22 Peretensi Warna (*colour retention agent*)

Peretensi warna merupakan BTP yang berfungsi untuk mempertahankan, mestabilkan, atau memperkuat intensitas warna pangan tanpa menimbulkan warna baru. Jenis yang diizinkan adalah magnesium karbonat, magnesium hidroksida, dan ferro glukonat. Peretensi warna bekerja dengan cara menyerap atau mengikat oksigen sebelum dapat merusak makanan (antiksidan). Misalnya, asam askorbat (vitamin C) sering ditambahkan ke buah berwarna cerah seperti buah persik saat pengalengan.

#### 1.1.23 Perisa (*flavouring*)

Perisa merupakan BTP berupa preparat konsentrat dengan atau tanpa ajukan perisa (*flavouring adjunct*) yang digunakan untuk memberi rasa dengan pengecualian rasa asin, manis, dan asam. Perisa dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu perisa alami, perisa identik alami, dan perisa sintetis. Perisa alami adalah senyawa perisa yang diperoleh melalui proses fisik, mikrobiologis atau enzimatis dari bahan tumbuhan atau hewan, yang diperoleh secara langsung atau setelah melalui proses pengolahan. Perisa identik alami adalah perisa yang didapatkan secara sintetis atau diisolasi melalui proses kimia dari bahan baku alami dan secara kimia identik dengan senyawa yang ada dalam produk alami. perisa sintetis adalah perisa yang dibuat dari bahan kimia dan tidak terdapat di alam. Contohnya adalah etilvanilin yang mempunyai aroma vanilla.

Berdasarkan jenisnya, perisa dapat dibedakan berdasarkan bahan baku aromatik alami, preparat perisa, perisa asap, dan perisa hasil proses panas, Bahan baku aromatik alami (*natural aromatic raw material*) merupakan bahan baku yang berasal dari tumbuhan atau hewan yang cocok untuk digunakan dalam penyiapan, pembuatan dan pengolahan perisa alami. Bahan baku tersebut termasuk bahan pangan, rempah-rempah, herbal, dan sumber tumbuhan lainnya yang tepat untuk penggunaan yang dimaksud. Contoh perisa jenis ini adalah bubuk bawang, bubuk cabe, irisan daun jeruk, potongan daun salam, dan irisan jahe.

Preparat perisa (*flavouring preparate*), yaitu bahan yang disiapkan atau diproses untuk memberikan rasa yang diperoleh melalui proses fisik, mikrobiologis, atau enzimatis dari bahan pangan tumbuhan maupun hewan yang di peroleh secara langsung atau setelah melalui proses pengolahan. Bahan tersebut sesuai untuk dikonsumsi manusia pada kadar penggunaannya, tetapi tidak ditunjukkan untuk dikonsumsi langsung. Contoh jenis ini adalah minyak jeruk, ekstrak teh, oleoresin paprika, keju bubuk, ekstrak ragi.

Perisa asap (*smoke flavouring*), yaitu preparat perisa yang di peroleh dari kayu keras termasuk serbuk gergaji, tempurung dan tanaman berkayu yang tidak mengalami perlakuan dan tidak terkontaminasi melalui proses pembakaran yang terkontrol atau distilasi kering atau

perlakuan dengan uap yang sangat panas, dan selanjutnya dikondensasikan serta difraksinasi untuk mendapatkan rasa yang diinginkan.

Perisa hasil proses panas (*processed flavouring*), yaitu preparat perisa dari bahan atau campuran bahan yang diizinkan digunakan dalam pangan, atau yang secara alami terdapat dalam pangan atau diizinkan digunakan dalam pembuatan perisa hasil proses panas, pada kondisi yang setara dengan suhu dan waktu tidak lebih dari 180°C (356°F) selama 15 menit serta pH tidak lebih dari 8,0; antara lain perisa yang dihasilkan dari gula pereduksi dan asam amino.

#### 1.1.24 Perlakuan Tepung (*flour treatment agent*)

Perlakuan tepung adalah BTP yang ditambahkan pada tepung untuk memperbaiki warna, mutu adonan dan/atau pemanggangan, termasuk bahan pengembangan adonan, pemucat dan pematang tepung. Jenis perlakuan tepung yang diizinkan adalah L-amonium laktat, natrium stearoil-2-laktilat, amonium klorida, kalsium sulfat, dan kalsium oksida.

#### 1.1.25 Pewarna (*colouring*)

Pewarna merupakan BTP yang digunakan untuk memberi atau memperbaiki warna pangan; dapat berupa pewarna alami maupun pewarna sintesis. Pewarna alami (*natural food colouring*) yaitu pewarna yang di buat melalui proses ekstraksi, isolasi atau derivatasi (sintesis parsial) dari tumbuhan, hewan, mineral atau sumber alami lain, termasuk pewarna identik alami. Pewarna sintesis (*synthetic food colouring*), yaitu pewarna yang diperoleh secara sintesis kimiawi. Setiap pewarna biasanya diberikan kode *color index* (CI).

#### 1.1.26 Propelan (*propellant*)

Propelan merupakan BTP berupa gas yang berfungsi untuk mendorong pangan keluar dari kemasan. Jenis yang diizinkan adalah nitrogen, dinitrogen monoksida, buatan, dan propana.

#### 1.1.27 Sekuenstran (*sequestrant*)

Sekuestran merupakan BTP yang dapat meningkatkan stabilitas dan kualitas pangan. Sekuestran membentuk kompleks dengan ion logam polivalen yang terdapat di dalam pangan, terutama tembaga, besi, dan nikel; yang berfungsi sebagai katalis dalam oksidasi. Dengan demikian, sekuestran juga berperan sebagai pengawet. Jenis yang diizinkan adalah kalsium dinatriumetilen diamin tetra asetat (CaNa<sub>2</sub>EDTA), isopropil sitrat, natrium glukonat, dan kalium glukonat.

## 1.2 Kajian Keamanan Bahan Tambahan Pangan

BTP pada dasarnya merupakan zat non-gizi yang ditambahkan untuk meningkatkan karakteristik tertentu pada pangan sehingga memenuhi keinginan konsumen. BTP tidak mempunyai fungsi gizi bagi tubuh sehingga pemerintah mempunyai kewajiban untuk menjamin keamanan BTP saat dikonsumsi. Kajian keamanan sebelum BTP diizinkan penggunaannya oleh pemerintah merupakan suatu tahap ilmiah yang harus dilakukan oleh produsen BTP. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) yang merupakan satu komite di Codex telah memberikan pedoman pelaksanaan tahapan kajian keamanan BTP mengikuti tiga prinsip analisis risiko sebagai kerangka kerja yang sistematis, terstruktur dan ilmiah. Tiga prinsip analisis risiko terdiri atas kajian risiko, manajemen risiko dan komunikasi risiko (FAO/WHO 2009). Analisis risiko untuk BTP dapat digunakan untuk memperkirakan risiko BTP terhadap kesehatan melalui kajian risiko, mengelola risiko BTP terhadap kesehatan dengan misalnya menetapkan batas penggunaan BTP dalam produk pangan dan mengomunikasikan risiko kepada para pemangku kepentingan termasuk industri pangan dan konsumen.

### 1.2.1 Kajian Risiko (*Risk Assessment*)

Kajian risiko merupakan tahap awal analisis risiko oleh asesor (para pakar) dan menjadi referensi ilmiah bagi manajer risiko (pemerintah) untuk menetapkan keputusan atau kebijakan dalam menyelesaikan permasalahan keamanan pangan yang juga memperhatikan faktor lainnya. Kajian risiko dilakukan melalui empat tahap, yaitu identifikasi bahaya (dalam hal ini adalah zat/senyawa BTP), karakterisasi bahaya, kajian paparan dan karakterisasi risiko. Dua tahap pertama kajian risiko merupakan tahap pengembangan untuk penerapan nilai Acceptable Daily Intake (ADI). Tahap selanjutnya adalah kajian paparan konsumsi produk pangan yang mengandung BTP yang kemudian akan dibandingkan dengan nilai ADI untuk karakterisasi risiko. Dari kajian paparan diperoleh nilai Estimated Daily Intake (EDI). Pada tahap karakterisasi risiko, jika nilai EDI lebih rendah dibandingkan nilai ADI, maka senyawa BTP yang dikaji mempunyai tingkat risiko keamanan pangan yang rendah.

#### 1. Identifikasi Bahaya

Seperti dijelaskan oleh Paracelsus (Bapak Toksikologi Dunia) pada hampir 500 tahun yang lalu, “Semua zat adalah racun; tidak ada yang bukan racun. Dosis yang tepat membedakan racun dan obat”. Hal ini berarti bahwa setiap zat kimia kemungkinan menghasilkan beberapa bentuk efek berbahaya, jika dikonsumsi dalam jumlah yang cukup. Definisi bahaya Codex adalah “agen biologis, kimia atau fisik dengan potensi untuk menyebabkan efek kesehatan yang merugikan”. Kemungkinan atau risiko bahaya yang sebenarnya terjadi pada manusia

tergantung pada jumlah bahan kimia yang masuk ke dalam tubuh, yaitu paparan. Pada tahap identifikasi bahaya, senyawa BTP termasuk agen kimia. Identitas BTP sebagai senyawa kimia harus secara jelas diketahui nama kimia, sifat fisikokimia, metode analisis dan stabilitasnya selama penyimpanan dan pengolahan pangan.

## 2. Karakterisasi Bahaya

BTP diatur penggunaannya untuk menjamin keamanan pangan bagi konsumennya, karena jika dikonsumsi melebihi batas keamanannya (*safety margin*) maka dapat meningkatkan risiko bahaya terhadap kesehatan. Batas (margin) keamanan suatu BTP dinyatakan sebagai nilai Asupan Harian yang Dapat Diterima atau ADI, yaitu jumlah maksimal bahan tambahan pangan dalam mg/kg berat badan yang dapat dikonsumsi setiap hari selama hidup tanpa menimbulkan efek merugikan terhadap kesehatan. Kajian keamanan BTP dilakukan melalui penelitian laboratorium dan pada umumnya menggunakan hewan percobaan, yaitu tikus/mencit. Penelitian dengan hewan percobaan dilakukan untuk menguji toksisitas BTP dengan pengamatan efek negatif terhadap kesehatan. Tabel 4.4 menyajikan contoh jenis uji toksisitas berikut pengamatan efek negatif terhadap kesehatan. Dosis BTP yang diberikan kepada hewan coba merupakan dosis yang lazim digunakan pada percobaan ilmiah dan dapat diterapkan pada penggunaannya untuk pangan yang dikonsumsi.

Tabel 7.3 Contoh jenis uji toksisitas dan pengamatan efek negatif terhadap kesehatan

No	Jenis Toksisitas	Pengamatan Efek Negatif (Adverse Effect)
1	Perubahan Fungsional	Perubahan berat badan, <i>laxation</i>
2	Perubahan Morfologi (selain kanker)	Pembesaran organ tubuh bagian dalam, kelainan patologis
3	Mutagenisitas	Perubahan pada DNA, gen dan kromosom dengan potensi menyebabkan kanker atau kelainan janin
4	Karsinogenisitas	Kanker
5	Imunotoksisitas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensitifitas (kepekaan) yang meningkat (menuju hipersensitifitas atau alergi)</li> <li>• Penurunan sistem kekebalan (menuju kerawanan terhadap infeksi)</li> </ul>
6	Neurotoksisitas	Perubahan perilaku, tuli dan lainnya
7	Toksisitas Bagian Reproduksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gangguan kesuburan</li> <li>• Embriotoksisitas (aborsi spontan)</li> <li>• Teratogenisitas (kelainan bentuk janin)</li> <li>• Efek perkembangan lainnya</li> </ul>

### 3. Kajian Paparan

Kajian paparan adalah penilaian kualitatif dan/atau kuantitatif dari kemungkinan asupan bahaya biologis, kimia dan fisik melalui makanan serta keterpaparan dari sumber lain (FAO/WHO 2011). Penilaian paparan ditetapkan dalam kerangka kerja dengan pendekatan yang sesuai untuk mencapai tujuan penilaian paparan. Pendekatan untuk perhitungan tingkat paparan dapat dilakukan dengan pendekatan deterministik (point estimates) atau probabilistik (distribution) (FAO/WHO 2009). Pendekatan yang dipilih akan menentukan metode kerja penilaian paparan berdasarkan data yang tersedia dan ketersediaan sumber daya. Pendekatan deterministik untuk kajian paparan menghasilkan nilai tunggal yang menggambarkan beberapa parameter paparan seperti paparan rerata populasi.

Pendekatan deterministik dapat dipilih melalui berbagai metode seperti (1) metode skrining, (2) metode paparan yang berdasarkan perkiraan konsumsi kasar (tingkat konsumsi pangan), dan (3) metode paparan lebih lanjut berdasarkan data konsumsi pangan aktual dan data konsentrasi bahan kimia yang dihitung tingkat paparannya seperti studi diet total studi selektif untuk makanan individu (FAO/WHO 2009). Pendekatan deterministik untuk kajian paparan menghasilkan nilai tunggal yang menggambarkan beberapa parameter paparan seperti paparan rerata populasi.

Menurut FAO/WHO (2009), pendekatan deterministik dengan metode skrining dirancang untuk mencerminkan rincian asumsi tingkat paparan berdasarkan kajian skenario terburuk dari senyawa terhadap risiko kesehatan. Jenis metode skrining dapat menggunakan metode data poundage, budget method dan model diets. *Budget method* digunakan untuk menilai rerata paparan makanan sehari-hari secara teoritis terhadap bahan tambahan pangan yang dibandingkan dengan nilai ADI.

*Budget method* bergantung pada asumsi mengenai (1) tingkat konsumsi makanan dan minuman, (2) konsentrasi/kadar bahan tambahan pangan pada makanan dan minuman, dan (3) proporsi makanan dan minuman yang mungkin mengandung bahan tambahan pangan. Perhitungan tingkat paparan dengan metode ini diasumsikan sebagai tingkat maksimal paparan bahan tambahan pangan tertinggi yang dilaporkan dalam masing-masing kategori makanan dan minuman untuk memberikan perkiraan data yang lebih realistis.

*Budget method* memiliki keuntungan dalam hal perhitungan dapat dilakukan secara sangat sederhana dan cepat. Kerugian dari metode ini hasilnya bergantung dari data konsumsi pangan yang diasumsikan mengandung bahan tambahan pangan. Oleh karena itu, penetapan data konsumsi pangan menjadi hal penting untuk ditetapkan dengan memperhatikan kelayakan

jumlah pangan yang dikonsumsi. Metode ini dapat digunakan dalam perhitungan paparan bahan tambahan pangan untuk dibandingkan dengan nilai referensi toksikologi yang relevan.

Kajian paparan menggabungkan data konsumsi pangan dan kadar BTP dalam pangan untuk memperkirakan paparan. Paparan BTP dapat dihitung dengan mengalikan jumlah BTP yang terdapat dalam produk pangan dan jumlah konsumsi pangan tersebut. Hasil perhitungan paparan adalah nilai EDI yang merupakan jumlah BTP yang dikonsumsi setiap hari dinyatakan sebagai mg BTP/kg BB/hari.

#### 4. Karakterisasi Resiko

Karakterisasi risiko paparan BTP diolah dengan menghitung persentase nilai paparan (EDI) terhadap ADI untuk mengetahui apakah paparan BTP yang bersumber dari produk pangan tersebut melampaui ADI atau tidak. Persentase risiko melebihi nilai 100% maka dinyatakan tidak aman.

##### 1.2.2 *Acceptable Daily Intake (ADI)*

Senyawa BTP merupakan agen kimia yang dapat diketahui jenis dan kadarnya dengan analisis kimia, sedangkan risiko terhadap BTP merupakan suatu fungsi peluang yaitu jumlah konsumsi pangan yang mengandung BTP, kadar BTP pada pangan dan berat badan pengonsumsinya. Risiko ini telah disebut di atas sebagai paparan. Orang yang tidak mengonsumsi pangan yang mengandung BTP tertentu disebut tidak mempunyai risiko dan semakin tinggi asupan BTP, maka risikonya semakin meningkat. Karakterisasi risiko pada dasarnya bertujuan untuk mendapatkan batas (margin) keamanan (safety margin) atau ADI suatu BTP dari semua sumber/produk pangan yang dikonsumsi setiap hari sepanjang hayat tanpa menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan dinyatakan sebagai mg BTP/kg BB/hari. Bagaimanakah cara untuk mendapatkan batas (margin) keamanan atau ADI suatu BTP? Kajian keamanan BTP yang umumnya dengan hewan coba tikus/mencit adalah rekomendasi JECFA, karena tikus/mencit merupakan hewan coba yang paling sensitif memberikan respons terhadap perlakuan. Penggunaan hewan yang sensitif merupakan faktor keamanan tingkat pertama untuk penggunaan BTP. Artinya, pada penelitian yang sama menggunakan hewan coba yang lebih besar dari tikus atau mencit dan hasilnya tidak memberikan respons perlakuan, maka data yang digunakan untuk perhitungan toksisitas adalah data penelitian dengan tikus/mencit. Beberapa tingkat dosis BTP sebagai perlakuan diberikan secara oral (dicampur dalam ransum atau air minumnya) dan diberikan secara ad libitum. Misalnya dosis senyawa BTP yang diberikan adalah 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 mg/kg BB/hari. Kurva hubungan antara dosis perlakuan dengan respons pengamatannya disebut sebagai dose response curve seperti disajikan pada

Gambar 4.4. Pada periode pengamatannya diketahui bahwa mulai dosis 2,0 mg/kg BB menunjukkan efek toksikologi yang diamati, dan dosis ini disebut sebagai lowest observed adverse effect level (LOAEL). Jika tidak ada penelitian lain yang menggunakan dosis antara 1,5–2,0 mg/kg BB maka dosis maksimal pada perlakuan yang tidak menunjukkan efek toksikologi yaitu 1,5 mg/kg BB. Nilai ini disebut sebagai nilai no observed adverse effect level (NOAEL). Nilai NOAEL ditentukan oleh kesepakatan JECFA dari hasil penelitian yang telah dipublikasi secara ilmiah. Nilai ADI dihitung berdasarkan nilai NOAEL dibagi dengan nilai faktor keamanan (safety factor). Nilai faktor keamanan untuk BTP pada umumnya yang disepakati oleh JECFA adalah 100. Nilai ini merupakan perkalian 10 sebagai faktor keamanan ekstrapolasi dari hewan coba tikus/mencit ke manusia dengan 10 sebagai faktor keamanan keragaman sensitifitas antar manusia pada populasinya. Dengan demikian, nilai ADI adalah NOAEL/100. Faktor keamanan 100 ini didasarkan pada pengalaman dan logika ahli toksikologi dan karenanya tidak dapat dibandingkan dengan nilai fisik seperti titik didih senyawa murni. Informasi lebih lanjut mengenai tingkat efek yang tidak diobservasi dan penggunaan faktor keamanan dapat ditemukan di “Principles for the Safety Assessment of Food Additives and contaminants in Food”.

Nilai ADI untuk BTP dari hasil perhitungan mengikuti Gambar 4.4, dapat dinyatakan sebagai jumlah mg BTP/kg BB/hari. Pada peraturan Codex (Codex Stan 192-1995) dan PerBPOM No 11 tahun 2019, terdapat nilai ADI BTP yang dinyatakan sebagai kisaran jumlah atau numerik (misal 0–5 mg/kg BB/hari) dan ada yang dinyatakan sebagai ‘tidak dinyatakan’ (not specified). Untuk nilai ADI dalam kisaran atau numerik berarti kesepakatan JECFA menyatakan bahwa selain penelitian yang mendapatkan nilai NOAEL, ditemukan pula penelitian yang mendapatkan hasil semua perlakuan memberikan efek/respons kecuali kontrol. JECFA kemudian bersepakat untuk memberikan nilai NOAEL juga dalam nilai kisaran. Untuk nilai ADI suatu BTP yang ‘tidak dinyatakan’ berarti dari penelitian terhadap BTP tersebut menemukan hasil bahwa pada semua dosis yang diujikan tidak memberikan efek/respons. Senyawa BTP dapat diperdagangkan dalam bentuk beberapa formula kimia. Misalnya BTP kelompok senyawa benzoat diperdagangkan sebagai senyawa asam benzoat, sodium benzoat, kalium benzoat dan kalsium benzoat. Senyawa BTP kelompok benzoat tersebut mempunyai satu nilai ADI kelompok (group ADI), yaitu 0–5 mg/kg BB. Nilai ADI tersebut diperhitungkan dari dosis senyawa aktifnya yaitu asam benzoat. Beberapa senyawa BTP yang juga diperdagangkan dalam bentuk beberapa formula, nilai ADI adalah untuk bentuk senyawa aktifnya. Senyawa aktifnya inilah yang digunakan atau menjadi dasar perhitungan konsentrasi

penggunaannya mengikuti batas maksimal peraturannya. Beberapa contoh Nilai ADI kelompok untuk beberapa senyawa BTP disajikan pada Tabel 4.5.

BTP juga ada yang nilai ADI-nya tidak ditetapkan (ADI not specified/ ADI not limited/ADI acceptable), yaitu untuk BTP yang mempunyai toksisitas yang sangat rendah berdasarkan data (kimia, biokimia, toksikologi dan data lainnya). Jumlah asupan BTP tersebut jika digunakan dalam takaran yang diperlukan untuk mencapai efek yang diinginkan serta pertimbangan lain, menurut pendapat JECFA tidak menimbulkan bahaya terhadap kesehatan.

### 1.2.3 Batas Maksimal Penggunaan BTP

Suatu BTP yang telah dikaji keamanannya melalui tahap kajian risiko (telah diperoleh data nilai ADI, tingkat paparan beserta risiko paparannya) ditetapkan batas maksimal penggunaannya pada pangan. Jika kajian risiko dilakukan oleh asesor kajian risiko yang dasarnya adalah ilmiah, maka penetapan batas maksimal penggunaan BTP dapat ditetapkan bersama antara asesor kajian risiko dan manajer risiko. Jenis pangan yang dapat menggunakan BTP tersebut diidentifikasi berdasarkan literatur, praktek di industri pangan dan peraturan yang tersedia (Codex dan peraturan negara lainnya). Acuan jenis pangan yang diizinkan menggunakan BTP tersebut menggunakan Kategori Pangan (Codex Stan 192-1995, di Indonesia menggunakan Peraturan BPOM No. 21 tahun 2016 tentang Kategori Pangan). Batas maksimal penggunaan BTP tersebut pada pangan ditetapkan berdasarkan asumsi konsumsi (data survei konsumsi pangan) dan perhitungan paparannya. Nilai ADI yang digunakan untuk acuan keamanan apabila merupakan nilai kisaran, dapat menggunakan nilai maksimalnya. Namun jika suatu negara telah mempunyai kajian keamanan BTP tersebut dan hasilnya menunjukkan tingkat risiko paparan yang membahayakan kesehatan, negara tersebut dapat menggunakan nilai ADI 0 mg/kg BB atau tidak mengizinkan penggunaannya. Codex telah mengatur penggunaan BTP sebagai acuan semua negara (Codex Stan 192-1995). Codex Standard dapat diakses melalui website GSFA. Informasi penting dari GSFA untuk penggunaan BTP pada pangan disajikan pada tiga jenis tabel yaitu Table One, Table Two, dan Table Three. Table One menyajikan informasi untuk setiap senyawa BTP dapat digunakan pada jenis pangan sesuai kategori pangan yang diizinkan berikut informasi batas penggunaannya (Tabel 4.6).



## F. Rangkuman

Bahan Tambahan Pangan (BTP) adalah bahan yang ditambahkan ke dalam pangan untuk memengaruhi sifat atau bentuk pangan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan dan selera konsumennya. Terdapat 27 golongan BTP, yaitu antibuih, antikempal, antioksidan, bahan pengkarbonasi, garam pengemulsi, gas untuk kemasan, humektan, pelapis, pemanis, pembawa, pembentuk gel, pembuih, pengatur keasaman, pengawet, pengembang, pengemulsi, pengental, penguas, penguat rasa, peningkat volume, penstabil, peretensi warna, perisa, perlakuan tepung, pewarna, propelan, dan sekuestran. Secara keseluruhan, terdapat lebih dari banyak jenis BTP yang diizinkan untuk digunakan dalam produk pangan.

Peraturan tentang BTP di Indonesia adalah Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan, Peraturan Menteri Kesehatan No. 33 Tahun 2012 dan Peraturan BPOM Nomor 11 Tahun 2019. Peraturan di tingkat internasional adalah *General Standard for Food Additives* (Codex Stan 192-1995). *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA) telah memberikan pedoman pelaksanaan kajian keamanan BTP mengikuti tiga prinsip analisis risiko yang terdiri atas kajian risiko, manajemen risiko dan komunikasi risiko.

Kajian keamanan BTP yang dilakukan oleh asesor kajian risiko mengikuti sistematika identifikasi bahaya, karakterisasi bahaya, kajian paparan dan karakterisasi risiko. Hasil karakterisasi bahaya untuk BTP adalah nilai *No Observed Effect Level* (NOAEL) yang digunakan untuk menghitung nilai *Acceptable Daily Intake* (ADI). NOAEL adalah dosis terendah suatu BTP pada penelitian yang memberikan respons negatif terhadap kesehatan hewan coba.

*Acceptable Daily Intake* (ADI) adalah asupan BTP dari semua pangan yang menggunakan BTP tersebut sebagai bahan penyusunnya yang dapat diterima setiap hari sepanjang hayat tanpa menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan manusia dan dinyatakan sebagai mg BTP/ kg BB. Nilai ADI diperoleh dari perhitungan nilai NOAEL dibagi dengan faktor keamanan (safety factor). Nilai faktor keamanan untuk BTP pada umumnya adalah 100 dan merupakan perkalian 10 sebagai faktor keamanan ekstrapolasi dari hewan coba tikus/mencit ke manusia dengan 10 sebagai faktor keamanan keragaman sensitifitas antar manusia pada populasinya. Nilai ADI suatu BTP adalah kesepakatan JECFA dan dinyatakan sebagai kisaran nilai, nilai pasti atau numerik dan tidak dinyatakan (not specified) tergantung hasil uji toksisitasnya. Nilai grup ADI dari beberapa senyawa dalam kelompok dan fungsi yang sama dihitung untuk senyawa aktifnya.

Kajian paparan menggabungkan data konsumsi pangan dan kadar BTP dalam pangan untuk memperkirakan paparan. Paparan BTP dapat dihitung dengan mengalikan jumlah BTP

yang terdapat dalam produk pangan dan jumlah konsumsi pangan tersebut. Hasil perhitungan paparan adalah Estimated Daily Intake (EDI) yang merupakan jumlah BTP yang dikonsumsi setiap hari dinyatakan sebagai mg BTP/kg BB/ hari. Batas Maksimal Penggunaan BTP pada pangan ditetapkan setelah kajian paparan dilakukan. Peraturan mengenai batas maksimal penggunaan BTP secara internasional mengacu pada Codex Stan 192- 1995 dan di Indonesia mengacu Peraturan BPOM No 11 tahun 2019 tentang Bahan Tambah Pangan.

## G. Referensi

1. Effendi, S. (2015). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta.
2. Fellows, P. J. (2016). *Teknologi Pengolahan Pangan Prinsip dan Praktik*. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
3. Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2018). *Prinsip Proses & Teknologi Pangan*. Alfabeta.
4. Sobari, E. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi.

## H. Latihan

Petunjuk: Untuk memahami materi pada Bab 7 ini, kerjakan soal berikut. Pilih satu jawaban yang benar.

1. BTP merupakan bahan yang ...
  - a. Dapat dikonsumsi sebagai makanan
  - b. Dapat merupakan bahan baku pangan
  - c. Dapat mempunyai nilai gizi
  - d. Semua jawaban diatas salah
2. Agar-agar merupakan jenis BTP yang digunakan untuk ...
  - a. Pembentuk gel
  - b. Pengemulsi
  - c. Penstabil
  - d. Semua jawaban diatas benar
3. Pemanis buatan tidak boleh digunakan pada produk pangan yang khusus diperuntukkan bagi ...
  - a. Bayi
  - b. Anak usia dibawah tiga tahun
  - c. Ibu hamil dan/atau ibu menyusui
  - d. Semua jawaban diatas benar
4. BTP yang digunakan, tidak boleh untuk tujuan ...
  - a. Menyembunyikan penggunaan bahan yang tidak memenuhi persyaratan
  - b. Menyembunyikan cara kerja yang bertentangan dengan cara pangan yang baik
  - c. Menyembunyikan kerusakan pangan
  - d. Semua jawaban diatas benar

5. Faktor yang mempengaruhi pengasapan adalah ...
  - a. Pengatur keasaman
  - b. Pengembang
  - c. Penstabil
  - d. Semua jawaban diatas benar
  
6. NOAEL (*no observed adverse affect level*) adalah...
  - a. Digunakan untuk menghitung nilai EDI (*estimated daily intake*)
  - b. Digunakan untuk menghitung ADI (*acceptable daily intake*)
  - c. Merupakan dosis konsumsi maksimal yang tidak menyebabkan efek negatif terhadap hewan percobaan
  - d. Jawaban (A) dan (C) benar
  
7. Dengan berkunjung ke GSFA (*General Standard for Additives Online*) anda dapat ...
  - a. Mengetahui *Table One* yang menunjukkan ML dari suatu BTP yang digunakan pada berbagai produk pangan
  - b. Mengetahui *Table Two* yang menunjukkan ML dari suatu BTP yang digunakan pada berbagai produk pangan
  - c. mengetahui *Table Three* yang menunjukkan ML dari suatu BTP yang digunakan pada berbagai produk pangan
  - d. Semua jawaban diatas benar
  
8. Pemilihan BTP dan level penggunaannya untuk menghasilkan karakteristik produk tertentu dipengaruhi oleh...
  - a. Karakteristik, keamanan, regulasi, aviabilitas dan harga BTP
  - b. Formulasi
  - c. Interaksi antar BTP atau interaksi antar BTP dan komponen pangan lain
  - d. Semua jawaban diatas benar
  
9. Penggunaan BTP dalam produk pangan harus diatur karena...
  - a. Semua BTP dapat menyebabkan kanker pada manusia
  - b. Sebagian BTP dapat berpengaruh tidak diinginkan bagi kesehatan, sehingga perlu dikaji risikonya.
  - c. Pengkajian resiko menghasilkan perkiraan batas konsumsi BTP yang aman bagi kesehatan.
  - d. Jawaban (B) dan (C) benar
  
10. Analisis risiko (*risk analysis*) terhadap bahan tambahan pangan dilakukan dengan tujuan :
  - a. Memperkirakan risiko BTP terhadap kesehatan melalui *Risk Assessment*.
  - b. Mengelola risiko BTP terhadap kesehatan dengan misalnya menetapkan batas penggunaan BTP dalam produk pangan.
  - c. Mengkomunikasikan risiko kepada para pemangku kepentingan termasuk industri pangan dan konsumen.
  - d. Jawaban (A), (B) dan (C) benar.

## Latihan Soal Essay

1. Berkunjung ke GSFA-Online, pelajari kelas fungsi BTP, indeksasi BTP dan cermati peraturan di Table One, Table Two dan Table Three!
2. Cermati PerBPOM RI Nomor 11 Tahun 2019. Berikan tiga contoh BTP untuk kategori pangan tertentu yang batas maksimalnya dinyatakan sebagai CPPB!
3. Misalkan Anda bekerja di bagian R&D di industri keju, dan ingin mengembangkan produk baru. Bila Anda akan menggunakan BTP, jenis BTP apa yang diizinkan digunakan untuk produk keju dan berapa batas maksimal penggunaannya!

### **I. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

#### 1. Umpan Balik

Perhatikan komentar yang diberikan oleh dosen/tutor/asisten. Apabila hasil latihan anda telah mencapai minimal 70 maka anda telah dinyatakan menguasai sebagian besar dari kompetensi yang di harapkan dalam bab ini.

#### 2. Tindak Lanjut

Apabila hasil penilaian bab ini telah mencapai minimal 70 maka anda dapat mempelajari BAB 8.

## **BAB 8. TEKNOLOGI PENGEMASAN DAN PENYIMPANAN BAHAN PANGAN**

### **A. Kemampuan Akhir yang Direncanakan**

Mahasiswa mampu menganalisis teknologi pengemasan dan penyimpanan bahan pangan.

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mahasiswa mampu menganalisis fungsi kemasan
2. Mahasiswa mampu menganalisis jenis dan karakteristik bahan pengemas
3. Mahasiswa mampu menganalisis teknik pengemasan pangan
4. Mahasiswa mampu menganalisis penyimpanan dan penggudangan pangan
5. Mahasiswa mampu menganalisis kerusakan dan kehilangan pangan selama penyimpanan
6. Mahasiswa mampu menganalisis prinsip umur simpan dan cara penentuannya

### **C. Deskripsi Singkat Isi Bab**

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. 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. Selama penyimpanan dan penggudangan dapat terjadi kerusakan dan kehilangan, baik kehilangan kuantitatif maupun kehilangan kualitatif. Teknologi penyimpanan pangan dapat berperan dalam menurunkan laju kerusakan pangan dan melindungi dari serangan hama penyimpanan/enggudangan 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.

### **D. Relevansi**

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.

## **E. Uraian Materi Teknologi Pengemasan dan Penyimpanan Pangan**

### **1.1 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. 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 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 gasgas 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.

## 1.2 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.

### 1.2.1 Klasifikasi Bahan Pengemas

Kemasan harus mampu memberikan sifat melindungi bahan yang dikemasnya, seBerdasarkan 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.hingga 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.



Gambar 8.1 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.

### 1.2.2 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.

#### 1. 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.

## 2. 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, 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 borosilikat 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 beresam 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.

### 3. 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:

a. Kertas kraft

Kertas kraft adalah kertas yang diproses dengan perlakuan sulfat. Kertas kraft tersedia dalam beberapa bentuk, yaitu cokelat 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.

b. 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.

c. 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.

d. Kertas perkamen

Kertas perkamen dibuat dengan cara melewatkan 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.

e. Kertas 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.

f. *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.

g. 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 kemasannya 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 kertas tahan lemak berlapis lilin dan polietilen.

#### h. 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.

#### 1. Kemasan kaleng atau 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*).

#### j. 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. 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.

#### k. 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 nampun. 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 pennis atau perlindungan lainnya.

#### l. 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.

#### m. *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>.

#### n. Baja bebas timah

Baja bebas timah (*tin-free steel*) disebut juga kromium elektrolit yaitu lembaran baja yang dilapisi kromium secara elektrik, sehingga terbentuk kromium 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.

#### o. 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, poliolefin dan poliester adalah jenis yang paling umum digunakan.

#### p. 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.

#### q. 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 penyegelan 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.

#### r. 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.

#### s. 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, 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).

#### t. 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.

u. 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.

v. 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 termofom, menyebabkan PVC lembaran banyak digunakan untuk kemasan blister pada produk daging dan kemasan farmasi.

w. 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).

x. 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. Polistrien dapat didaur ulang atau dibakar.

y. 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.

z. Etilena vinil alcohol

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.

aa. 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. 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 ekstruder secara terpisah dan selanjutnya digabungkan saat proses pembentukan. Bahan yang dikoekstrusi dan dilaminasi sulit didaur ulang karena menggunakan gabungan beberapa bahan.

ab. 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.

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 edible 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*).

### 1.3 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.

#### 1.3.1 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*.

#### 1.3.2 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.

### 1.3.3 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 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.

### 1.3.4 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.

### 1.3.5 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*).

MAP dikelompokkan 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<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, 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.

#### 1.3.6 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<sub>2</sub> (*oxygen scavengers*), bahan penyerap CO<sub>2</sub>, 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<sub>2</sub> *emitter*), melepaskan panas (*self heating can*) dan melepaskan aroma/ flavor.

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<sub>2</sub>, indikator CO<sub>2</sub>, indikator guncangan fisik (*physical shock*), indikator kerusakan mutu yang mampu mengindera 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*).

### 1.3.7 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)*.

## 1.4 Penyimpanan dan Pengudangan 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.

### 1.4.1 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 fosfosena 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  $21^{\circ}\text{C}$ .

#### 1.4.2 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.

##### 1. 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 aw 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 *Rhyzopertha 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 protectant*. *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.

## 2. 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

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 sintetis 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, rimpangrimpangan seperti kencur, kunyit dan beberapa rempah-rempah diketahui memiliki daya insektisida. 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.

## 1.5 Kerusakan atau 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, aw, 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.

### 1.5.1 Jenis Kehilangan Selama Penyimpanan

Jenis kehilangan yang terjadi selama penyimpanan dan pengangkutan adalah kehilangan bobot, kehilangan mutu, kehilangan nilai gizi, dan kehilangan keamanan pangan. 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 serangga 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.

### 1.5.2 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 aw, 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 aw 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.

### 1.6 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.

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.

#### 1.6.1 Regulasi Umur Simpan atau Tanggal Kadaluarsa 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.

### 1.6.2 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.

### 1.6.3 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.

#### 1. 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*.

## 2. 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 buah potong dan biskuit cookies dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Perbandingan uji umur simpan secara langsung (ESL) dan dipercepat (ASLT)

	<b>Buah Potong (Suhu Dingin)</b>	<b>Biskuit Cookies (Suhu Ruang)</b>
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 Waktu Kritis	Warna, Tekstur, Rasa ( <i>sensory</i> )	Tekstur, Rasa ( <i>sensory</i> ), Bilangan peroksida

## F. Rangkuman

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.

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.

Selama penyimpanan dan penggudangan dapat terjadi kerusakan dan kehilangan, baik kehilangan kuantitatif maupun kehilangan kualitatif. Teknologi penyimpanan pangan dapat berperan dalam menurunkan laju kerusakan pangan dan melindungi dari serangan hama penyimpanan/enggudangan 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.

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.

## G. Referensi

1. Effendi, S. (2015). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta.
2. Fellows, P. J. (2016). *Teknologi Pengolahan Pangan Prinsip dan Praktik*. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
3. Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2018). *Prinsip Proses & Teknologi Pangan*. Alfabeta.
4. Sobari, E. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi.

## H. Latihan

Petunjuk: Untuk memahami materi pada Bab 8 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 adalah ...
  - 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 adalah ...
  - a. Polivinil klorida
  - b. Polistiren
  - c. Polipropilen
  - d. Polietilen
  
4. Kelemahan kemasan *tin plate* adalah ...
  - 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 atau 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. Penurunankadar vitamin C jus apel

#### Latihan Soal Essay

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  $O_2$  dan laju produksi  $CO_2$  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?

## **I. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

### **1. Umpan Balik**

Perhatikan komentar yang diberikan oleh dosen/tutor/asisten. Apabila hasil latihan anda telah mencapai minimal 70 maka anda telah dinyatakan menguasai sebagian besar dari kompetensi yang di harapkan dalam bab ini.

### **2. Tindak Lanjut**

Apabila hasil penilaian bab ini telah mencapai minimal 70 maka anda dapat mempelajari BAB 9.

## **BAB 9. SISTEM JAMINAN MUTU INDUSTRI PANGAN**

### **A. Kemampuan Akhir yang Direncanakan**

Mahasiswa mampu menganalisis sistem jaminan mutu dan industri pangan

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mahasiswa mampu menganalisis pengertian mutu dan keamanan pangan
2. Mahasiswa mampu menganalisis penentuan dan karakteristik mutu pangan
3. Mahasiswa mampu menganalisis jaminan mutu pangan
4. Mahasiswa mampu menganalisis evolusi jaminan mutu terpadu
5. Mahasiswa mampu menganalisis pengawasan dan pengendalian mutu
6. Mahasiswa mampu menganalisis sistem penjaminan dan pengendalian mutu serta aplikasinya

### **C. Deskripsi Singkat Isi Bab**

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. 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. 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. 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

### **D. Relevansi**

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.

## **E. Uraian Materi Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan**

### **1.1 Pengertian Mutu dan Keamanan Pangan**

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. 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.

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.

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. 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.

## **1.2 Penentuan dan Karakteristik Mutu Pangan**

Penentuan mutu bahan pangan dapat dilakukan secara subjektif dan objektif. 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 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 9.1 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 9.1 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 pasting/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 (aw), total padatan
	Cemaran mikrobiologi	Total mikroba, koliform, <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella</i> sp., <i>Campylobacter</i> sp.
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 tertitrasi
	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 ( <i>Chromameter</i> ), <i>whiteness index</i> , dsb
	Umur simpan	Metode <i>Accelerated Shelf Life Testing</i> (ASLT)

Karakteristik mutu produk industri pangan dibedakan atas:

1. **Karakteristik fungsional**, yang dikelompokkan menjadi (1) sifat fisik (morfologi, sifat termal, sifat reologi, sifat spektral), (2) sifat kimia (komposisi kimia, sifat kimia aktif, bahan kimia tambahan, bahan kimia pengolahan), dan (3) sifat mikrobiologi (mikroba alami, mikroba kontaminan, mikroba patogen, mikroba pembusuk).

2. **Karakteristik kemudahan penggunaan**, yang dikelompokkan menjadi (1) pangan instan (seperti mi, kopi, bubur, tepung, santan, (2) bumbu siap pakai, (3) makanan kaleng, (4) tepung susu instan, (5) produk olahan daging, dan (6) 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.

### 1.3 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. 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: (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.

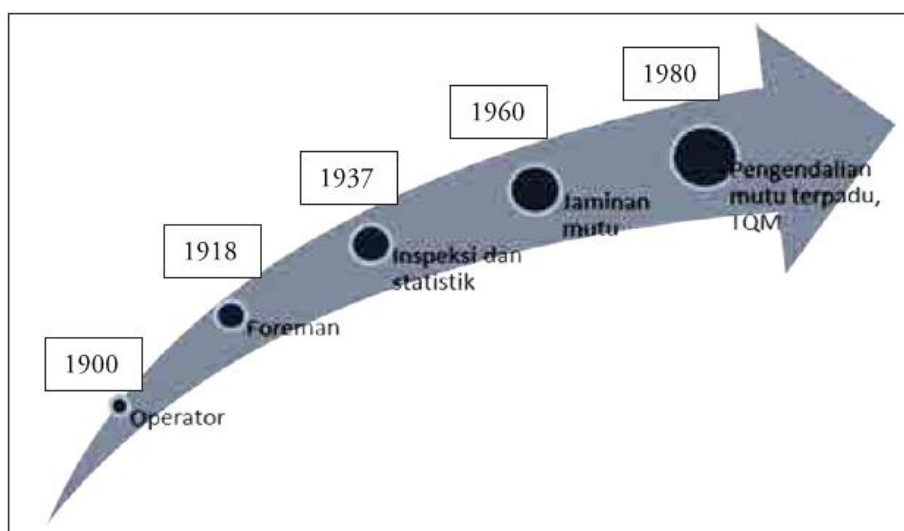


Konsep jaminan mutu tidak hanya mensyaratkan pemeriksaan proses produksi, tetapi juga meliputi perencanaan, perancangan produksi, pengadaan bahan baku, transportasi, penyimpanan dan sebagainya. Konsep jaminan mutu merupakan konsep awal yang kemudian berkembang menjadi konsep yang lebih komprehensif yaitu *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,

#### 1.4 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 9.1, dan dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 9.1 Perkembangan sistem jaminan mutu

#### 1.4.1 *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.

#### 1.4.2 *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.

#### 1.4.3 *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.

#### 1.4.4 *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).

#### 1.4.5 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.

#### 1.4.6 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.

### **1.5 Pengawasan atau 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, yaitu:

1. Penetapan standar. Menentukan standar mutu, mutu-kinerja, mutukeselamatan, 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 adalah organisasi divisi pengendalian mutu (*quality control*), personil, pengambilan sampel, standar dan spesifikasi, pengukuran, dan interpretasi.

#### 1.5.1 Organisasi Divisi Pengendalian Mutu

Organisasi divisi pengendalian mutu diperlukan dalam suatu perusahaan. Divisi ini dibentuk untuk mengembangkan dan menerapkan sistem pengendalian mutu di perusahaan.

#### 1.5.2 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).

### 1.5.3 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.

### 1.5.4 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.

### 1.5.5 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.

#### 1. 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.

#### 2. 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.

### 3. 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).

### 4. 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.

#### 1.5.6 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.

## 1.6 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.

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 sebagaimana uraian berikut:

#### 1.6.1 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.

#### 1.6.2 Pengendalian Mutu 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.

#### 1. 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.



## 2. 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.

## 3. 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 kemandapan 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.

## 4. 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 gudang) 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.

### 1.6.3 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:

#### 1. 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.

#### 2. 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.

#### 3. 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.

#### 4. 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.

## 5. Pengendalian Produk yang Dipasok Pembeli

Perusahaan bertanggung jawab terhadap pencegahan kerusakan pemeliharaan, penyimpangan, penanganan dan penggunaannya selama barang tersebut dalam tanggung jawabnya.

## 6. 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).

## 7. 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.

## 8. 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.

## 9. 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.

## 10. 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.

## 11. 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.

#### 12. 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.

#### 13. 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.

#### 14. 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*).

#### 15. 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.

#### 16. 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. Penyegaran 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, pengudangan, R&D, produksi, distribusi, transportasi, dsb).

#### 1.6.4 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.

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.

## **F. Rangkuman**

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.

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.

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.

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.

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.

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).



## G. Referensi

1. Effendi, S. (2015). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta.
2. Fellows, P. J. (2016). *Teknologi Pengolahan Pangan Prinsip dan Praktik*. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
3. Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2018). *Prinsip Proses & Teknologi Pangan*. Alfabeta.
4. Sobari, E. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi.

## H. Latihan

Petunjuk: Untuk memahami materi pada Bab 9 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 yang dicirikan dengan penggunaan teknik sampling dan *control chart* (peta kendali) adalah ...
  - 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 local
  - 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 Pengawas Internal
  - b. Gugus Kendali Mutu
  - c. *Food Safety Management System*
  - d. *Sustainable Food Security System*

### Latihan Soal Essay

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?

### **I. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

#### 1. Umpan Balik

Perhatikan komentar yang diberikan oleh dosen/tutor/asisten. Apabila hasil latihan anda telah mencapai minimal 70 maka anda telah dinyatakan menguasai sebagian besar dari kompetensi yang di harapkan dalam bab ini.

#### 2. Tindak Lanjut

Apabila hasil penilaian bab ini telah mencapai minimal 70 maka anda dapat mempelajari BAB 10.

## **BAB 10. PERATURAN, LEGISLAGI PANGAN DAN *CODEX ALIMENTARIUS* *COMMISSION***

### **A. Kemampuan Akhir yang Direncanakan**

Mahasiswa mampu menganalisis peraturan, legislasi pangan dan *codex alimentarius commission*

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mahasiswa mampu menganalisis peraturan pangan
2. Mahasiswa mampu menganalisis legislasi pangan
3. Mahasiswa mampu menganalisis *codex alimentarius commission*

### **C. Deskripsi Singkat Isi Bab**

Peraturan atau regulasi pangan bertujuan 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. 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. 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. 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.

### **D. Relevansi**

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. 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 mematuhi. Oleh karena itu, peraturan pangan ini perlu disusun secara transparan dan terbuka dengan melibatkan semua pemangku kepentingan pangan, termasuk para pelaku usaha pangan.

## **E. Uraian Materi Peraturan, Legislasi Pangan dan *Codex Alimentarius Commission***

### **1.1 Peraturan Pangan**

Peraturan pangan merupakan regulasi yang dikeluarkan oleh pemerintah atau badan regulasi yang bertujuan untuk menjamin kualitas dan keamanan produk pangan yang dikonsumsi oleh masyarakat. Regulasi pangan dapat mencakup berbagai aspek, termasuk produksi, distribusi, dan penjualan produk pangan. Regulasi pangan juga dapat mencakup persyaratan tentang label, bahan tambahan, dan jumlah kontaminan yang diizinkan dalam produk pangan. Tujuan dari regulasi pangan adalah untuk menjamin kesehatan masyarakat dan melindungi konsumen dari produk yang tidak aman atau tidak berkualitas. Regulasi pangan juga membantu industri pangan untuk memenuhi standar yang ditetapkan dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

#### **1.1.1 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 perundang-undangan 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 10.1.

Tabel 10.1 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 mengamankan 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 mengamankan tidak kurang sebanyak 20 substansi yang perlu dijabarkan dalam PP untuk mendukung pelaksanaannya. Beberapa contoh PP yang diamankan dalam UU Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan dapat dilihat pada Tabel 10.2.

Tabel 10.2 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
Penganekaragaman 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

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 10.3.

Tabel 10.3 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

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).

### 1.1.2 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 10.4).

Tabel 10.4 Contoh cuplikan Peraturan 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

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 10.5).

Tabel 10.5 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.

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. Untuk cemaran kimia pada hasil perikanan segar, kewenangan pengaturan lebih lanjut diamanahkan kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan atau lembaga di bawahnya. Sebagai contoh asalah 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 10.6).

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

impur 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 mikotoksinya relatif tinggi.

Tabel 10.6 Contoh xuplikan 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</i> (PAH) ( <i>Benzopyrene</i> )	mikrogram/kg berat basah	5,0

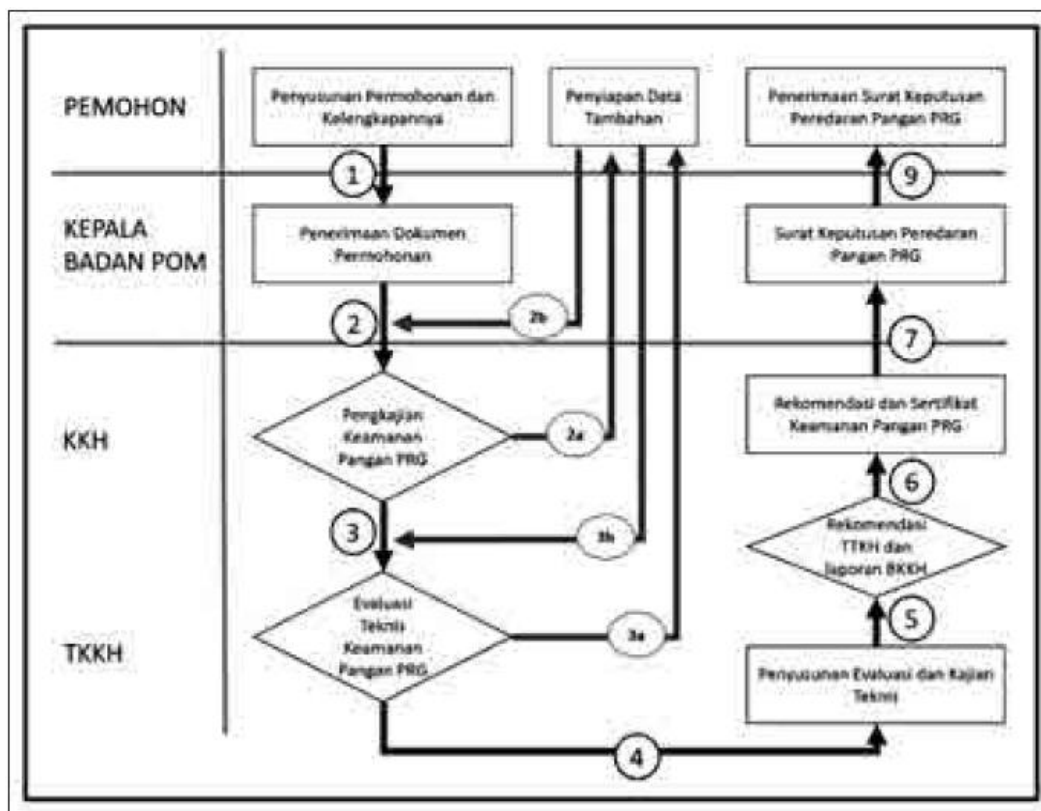
### 1.1.3 Pangan Produk Rekayasa Genetik

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, alergenisitas, toksisitas, dan pertimbangan lain-lain (di antaranya potensi akumulasi zat yang signifikan terhadap kesehatan manusia dan gen penanda ketahanan terhadap antibiotik). Tatacara 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 Gambar 10.1.



Gambar 10.1 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*).

#### 1.1.4 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.

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.

#### 1.1.5 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.

#### 1.1.6 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.

#### 1. 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:



- a. 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"**;
- b. 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"**;
- c. 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"**.

## 2. Energi Total

Energi total merupakan jumlah energi yang berasal dari lemak total, protein, dan karbohidrat. Kandungan energi total dicantumkan dalam satuan kilokalori (kkal) per sajian dengan tulisan tebal (*bold*) dengan pengaturan sebagai berikut:

- a. Kurang dari 5 kkal per sajian, dinyatakan sebagai 0 kkal. Contoh: Kandungan energi total sebesar 4 kkal per sajian, maka pencantuman nilai energi total: **"Energi total 0 kkal"**.
- b. Jika 5 kkal sampai 50 kkal per sajian, dibulatkan ke kelipatan 5 kkal terdekat. Contoh : Kandungan energi total sebesar 22 kkal per sajian, maka pencantuman nilai energi total: **"Energi total 20 kkal"**.
- c. Jika lebih dari 50 kkal per sajian, dibulatkan ke kelipatan 10 kkal terdekat. Contoh : Kandungan energi total sebesar 266 kkal per sajian, pencantuman nilai energi total: **"Energi total 270 kkal"**.

## 3. 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*).

- a. Jika kurang dari 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"**.
- b. 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"**.
- c. 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: (a) Jika kandungan lemak total yang dicantumkan 0 g per sajian, maka nilai persentase

AKG lemak total yang dicantumkan adalah 0%. (b) 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%.

#### 1.1.7 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 10.7.

Tabel 10.7 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

#### 1.1.8 Label dan Sertifikasi Halal Produk Pangan

Bagi konsumen yang beragama Islam memilih dan mengonsumsi pangan halal merupakan suatu kewajiban dan bernilai ibadah. Bagi konsumen nonmuslim 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 daerahdaerah 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 penyimpangan 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 10.2.



Gambar 10.2 Prosedur sertifikasi halal

### 1.1.9 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 10.8.

Tabel 10.8 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 Republik Indonesia. 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.

## **1.2 Legislasi Pangan**

Kata legislasi sering diartikan sebagai (1) perundang-undangan dan (2) pembuatan undang-undang. 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.

### **1.2.1 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 berasaskan 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. Secara lebih rinci, terdapat enam prinsip pada kode praktik yang baik sebagai berikut:

1. **Keterbukaan (*openness*)**. 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 standar. 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.

### 1.2.2 Peraturan Pangan Berbasis Risiko

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).

#### 1. 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.

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 10.3). 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 10.3 Tingkat risiko sebagai fungsi dari tingkat bahaya dan paparan

## 2. 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, yaitu kajian risiko (*risk assessment*), manajemen risiko (*risk management*) dan komunikasi risiko (*risk communication*). Kerangka analisis risiko beserta tahap pelaksanaannya disajikan pada Gambar 10.4.



Gambar 10.4 Kerangka analisis risiko beserta tahap pelaksanaannya

### 1.2.3 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. Secara detail, langkah ADR 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. Proses pemilihan dapat dilakukan dengan:  
(1) Pengecekan terhadap aspek legalitas yang berlaku. Prinsipnya, setiap opsi/ pilihan tidak

boleh bertentangan dengan peraturan perundangundangan yang berlaku. (2) 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.

#### 1.2.4 Analisis Biaya-Manfaat

Analisis biaya-manfaat (*benefit/cost analysis*) merupakan bagian esensial dan penting dari pendekatan ADR. Analisis biaya-manfaat ini perlu dilakukan untuk membatu 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 dipertanggungjawabkan 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: (1) Mengidentifikasi manfaat, (2) Menetapkan siapa yang mendapat manfaat, (3) Menentukan indikator dan metode kuantifikasinya untuk mengukur setiap manfaat (4) Mengukur baseline dari setiap indikator (tanpa tindakan, opsi do-nothing) (5) Memperkirakan perubahan (secara kuantitatif, kalau memungkinkan) pada setiap indikator (setelah ada tindakan) (6) Menerjemahkan nilai indikator dalam unit kuantitas yang sama (tidak harus dalam nilai uang) (7) 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. Sebagaimana analisis manfaat, tahapan analisis biaya adalah sebagai berikut: (1) Mengidentifikasi biaya; (2) Menetapkan siapa yang menanggung biaya; (3) Memutuskan bagaimana mengukur setiap biaya; (4) Menetapkan data dasar untuk perbandingan; (5) Memperkirakan apa yang akan terjadi; (6) Menerjemahkan kepada unit yang sama; dan (7) Meringkas hasil analisis.

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.

### **1.3 Codex Alimentarius Commission**

Pangan merupakan produk yang diperdagangkan secara internasional. Sebagaimana dikemukakan di bagian pendahuuan 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.

#### **1.3.1 Standar Codex**

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.

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/penyajianya, 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.

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.

### 1.3.2 Analisis Risiko dalam Pengembangan Standar Codex

Proses pengembangan standar internasional CODEX selalu dilakukan berbasiskan pada ilmu pengetahuan (*science*) dengan pendekatan analisis risiko. 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 10.5.



Gambar 10.5 Pelaksanaan analisis risiko di Codex

Dalam melakukan pekerjaannya mengembangkan standar internasional, CAC (sebagai manajer risiko) meminta pendapat dan rekomendasi ilmiah kepada lembaga pengkaji risiko (*risk assessor*), 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. 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.

### 1.3.3 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. 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 (1) proposal yang diajukan untuk melakukan pengembangan standar dan (2) memantau kemajuan pengembangan standar yang sedang berlangsung.

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 CCNFSU,

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.

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. 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 didarkan 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. Untuk informasi lebih detail tentang bagaimana proses pengembangan standar internasional ini, silakan dirujuk *Codex Alimentarius Commission, Procedural Manual*, edisi terakhir. Pada akhirnya, sebagai bentuk transparansi, standar Codex yang baru diadopsi akan ditambahkan ke daftar Codex Alimentarius dan diterbitkan di situs web Codex.

#### 1.3.4 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). Keanggotaan Organisasi Codex Indonesia ditetapkan melalui Keputusan Kepala BSN selaku Ketua Komisi Nasional Codex Indonesia. Komisi Nasional Codex mempunyai tugas dan fungsi sebagai berikut: (1) Kebijakan makro penanganan Codex Indonesia; (2) Kebijakan dalam penetapan posisi Indonesia; (3) Kebijakan dalam penetapan program kerja, termasuk program pemanfaatan kerjasama terkait kegiatan Codex dan tindak lanjut hasil sidang Codex; dan (4) 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 halhal 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 Committeennya*; (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.

## **Rangkuman**

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. 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. 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. 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.

Proses pembentukan peraturan atau regulasi pangan perlu mengikuti kode praktik yang baik, yang meliputi prinsip-prinsip (1) keterbukaan; (2) transparansi; (3) konsensus dan tidak memihak; (4) efektivitas dan relevansi; (5) koherensi; dan (6) 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. Untuk memastikan dihasilkannya peraturan yang efektif dan efisien, maka dilakukan analisis dampak regulasi (ADR) atau regulary 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).

*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. 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. Kajian risiko untuk keperluan mengembangkan standar Codex dilakukan oleh komite ahli yang dibentuk FAO/WHO. 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 undangundang 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.

### G. Referensi

1. Effendi, S. (2015). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta.
2. Fellows, P. J. (2016). *Teknologi Pengolahan Pangan Prinsip dan Praktik*. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
3. Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2018). *Prinsip Proses & Teknologi Pangan*. Alfabeta.
4. Sobari, E. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi.

### H. Latihan

Petunjuk: Untuk memahami materi pada Bab 10 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
  - 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. Apabila proses produksi dari perusahaan pangan ternyata didapatkan penyimpangan produk, maka yang paling disarankan kaitannya dengan jaminan mutu adalah ...
  - 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
  - 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

## Latihan Soal Essay

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!

## **I. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

### 1. Umpan Balik

Perhatikan komentar yang diberikan oleh dosen/tutor/asisten. Apabila hasil latihan anda telah mencapai minimal 70 maka anda telah dinyatakan menguasai sebagian besar dari kompetensi yang di harapkan dalam bab ini.

### 2. Tindak Lanjut

Apabila hasil penilaian bab ini telah mencapai minimal 70 maka mahasiswa dapat mengikuti kegiatan UAS sebagai penilaian akhir dalam Mata Kuliah Teknologi Pengolahan Pangan.



**Checklist Daftar Periksa Penetapan Bahan Ajar**

**Penyusun** : Ara Nugrahayu Nalawati  
**Program Studi** : Teknologi Industri Pertanian  
**Judul Bahan Ajar** : Modul Teknologi Pengolahan Pangan  
**Jenis Bahan Ajar** : Modul

No.	Uraian	Ceklist	Catatan
<b>A.</b>	<b>Sistematika Penulisan Bahan Ajar</b>		
1.	Kesesuaian bagian luar buku dengan sistematika	√	
2.	Kesesuaian preliminaries dengan sistematika	√	
3.	Kesesuaian Bab/Isi dengan sistematika	√	
4.	Kesesuaian postliminaries dengan sistematika	√	
<b>B.</b>	<b>Prinsip Bahan Ajar</b>		
1.	Sesuai prinsip relevansi	√	
2.	Sesuai prinsip konsistensi	√	
3.	Sesuai prinsip kecukupan	√	
<b>C.</b>	<b>Standar Penulisan dan Komponen Bahan Ajar</b>		
1.	Kelayakan isi sesuai dengan standar penulisan dan komponen bahan ajar	√	
2.	Penyajian sesuai dengan standar penulisan dan komponen bahan ajar	√	
3.	Kebahasaan sesuai dengan standar penulisan dan komponen bahan ajar	√	
4.	Kegrafikaan sesuai dengan standar penulisan dan komponen bahan ajar	√	

Keterangan:

- Checklist* berupa √ jika dokumen telah sesuai dengan uraian
- Checklist* berupa x jika dokumen belum sesuai dengan uraian dan dapat ditambahkan rekomendasi pada kolom catatan

Jember, 12 Agustus 2024  
Ketua Kelompok Dosen Keahlian,

Ara Nugrahayu Nalawati, S.TP., M.S.i  
NPK. 1989092312003920



**Checklist Daftar Periksa Penetapan Bahan Ajar**

**Penyusun** : Danu Indra Wardhana  
**Program Studi** : Teknologi Industri Pertanian  
**Judul Bahan Ajar** : Modul Teknologi Pengolahan Pangan  
**Jenis Bahan Ajar** : Modul

No.	Uraian	Ceklist	Catatan
<b>A.</b>	<b>Konten Isi</b>		
1.	Kesesuaian dengan RPS	√	
2.	Pengembangan bahan kajian	√	
3.	Daftar pustaka mutakhir (tidak lebih dari 10 tahun)	√	
<b>B.</b>	<b>Konten Berorientasi Masa Depan</b>		
1.	Kesesuaian dengan Visi-Misi Program Studi	√	
2.	Kesesuaian dengan RPS	√	
3.	Ketercapaian CPL Program Studi	√	
4.	Relevan dengan Profil Program Studi	√	

Keterangan:

- Checklist* berupa √ jika dokumen telah sesuai dengan uraian
- Checklist* berupa x jika dokumen belum sesuai dengan uraian dan dapat ditambahkan rekomendasi pada kolom catatan

Jember, 13 Agustus 2024

Ketua Program Studi,

Danu Indra Wardhana, S.TP., M.P.

NPK. 1992080512003919



**Checklist Daftar Periksa Penetapan Bahan Ajar**

**Penyusun** : Danu Indra Wardhana  
**Program Studi** : Teknologi Industri Pertanian  
**Judul Bahan Ajar** : Modul Teknologi Pengolahan Pangan  
**Jenis Bahan Ajar** : Modul

No.	Uraian	Ceklist	Catatan
<b>A.</b>	<b>Konten Isi</b>		
1.	Pemenuhan standar proses pembelajaran: a. Buku Ajar/Diklat paling sedikit memuat 80 halaman cetak UNESCO: 15x23 cm tidak termasuk bagian luar buku, preliminaries dan postliminaries b. Modul paling sedikit 40 halaman cetak tidak termasuk bagian luar buku, preliminaries dan postliminaries c. Bahan ajar lain menyesuaikan salah satu diantaranya	√	

Keterangan:

- Checklist* berupa √ jika dokumen telah sesuai dengan uraian
- Checklist* berupa x jika dokumen belum sesuai dengan uraian dan dapat ditambahkan rekomendasi pada kolom catatan

Jember, 13 Agustus 2024

Ketua LP3,



Dr. Haris Hermawan, M.M.

NPK. 1968101011503640



**Checklist Daftar Periksa Penetapan Bahan Ajar**

**Penyusun** : Danu Indra Wardhana  
**Program Studi** : Teknologi Industri Pertanian  
**Judul Bahan Ajar** : Modul Teknologi Pengolahan Pangan  
**Jenis Bahan Ajar** : Modul

No.	Uraian	Ceklist	Catatan
<b>A.</b>	<b>Konten Isi</b>		
1.	Kesesuaian dengan visi misi fakultas	√	
2.	Relevan dengan penciri fakultas	√	
<b>B.</b>	<b>Pemenuhan Standar Proses Pembelajaran</b>		
1.	Pemenuhan standar proses pembelajaran: relevansi dengan <i>University Value</i>	√	

Keterangan:

- c) *Ceklist* berupa √ jika dokumen telah sesuai dengan uraian
- d) *Ceklist* berupa x jika dokumen belum sesuai dengan uraian dan dapat ditambahkan rekomendasi pada kolom catatan

Jember, 14 Agustus 2024

Dekan,

Saptya Prawitasari, S.P., M.P.

NIP. 197305242005012006

## BIOGRAFI PENULIS

**Ara Nugrahayu Nalawati, S.TP., M.Si.**, lahir di Jember, 23 September 1989. Penulis menempuh Pendidikan tinggi S-1 di Universitas Jember Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (2007-2011) dan S-2 di Institut Pertanian Bogor Departemen Teknologi Pangan (2011-2015). Saat ini penulis berprofesi sebagai Dosen di Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Muhammadiyah Jember yang mengampu mata kuliah Teknologi Pengolahan Pangan, Mikrobiologi Industri, Rekayasa Proses, dan Teknologi Pengemasan.

**Danu Indra Wardhana, S.TP., M.P.**, lahir di Jember, 5 Agustus 1992. Penulis menempuh Pendidikan tinggi S-1 di Universitas Jember Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (2010-2014) dan S-2 di Universitas Jember Program Studi Teknologi Agroindustri (2014-2017). Saat ini penulis berprofesi sebagai Dosen di Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Muhammadiyah Jember yang mengampu mata kuliah Pengantar Agroindustri, Teknologi Pengolahan Pangan, Dasar Manajemen Agroindustri, Ketahanan Pangan, Analisis Pengambilan Keputusan dan Metodologi Penelitian.

**Qory Zuniana, S.P., M.P.**, lahir di Jember, 15 Juni 1986. Penulis menempuh Pendidikan tinggi S-1 di Universitas Jember Program Studi Agribisnis (2004-2008) dan S-2 di Universitas Jember Program Studi Agribisnis (2008-2011). Saat ini penulis berprofesi sebagai Dosen di Program Studi Agribisnis Universitas Islam Jember yang mengampu mata kuliah Studi Kelayakan Bisnis, Kebijakan Pertanian, Pembiayaan Agribisnis, dan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian.