

# Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Pangan

Ir. M. Koeswardhani, M.Si.



## PENDAHULUAN

---

Untuk kelangsungan hidupnya, manusia memerlukan kebutuhan yang asasi, yang disebut kebutuhan dasar manusia. Kebutuhan dasar manusia dapat berbeda satu dengan lainnya tergantung pada tingkat peradaban manusia atau masyarakat. Salah satu kebutuhan dasar manusia yang terutama adalah bahan pangan. Dengan menggunakan bahan pangan, manusia membangun sel-sel tubuhnya dan menjaganya agar tetap sehat dan berfungsi sebagaimana mestinya.

Di Indonesia bahan pangan hasil pertanian banyak mengalami kerusakan sebelum dikonsumsi. Data menunjukkan bahwa jumlah kerusakan kira-kira 35-40%, sedangkan sisanya sebagian besar dijual dalam bentuk sayuran dan buah-buahan segar. Di antara sayur-sayuran dan buah-buahan tersebut, terdapat pula susu, telur, daging, ikan, umbi-umbian dan produk-produk pertanian lainnya, hanya sebagian saja dapat dimanfaatkan, sehingga sisanya dibuang karena mengalami kerusakan. Kerusakan dapat terjadi karena pengaruh fisiologik mekanik, fisik, kimiawi atau mikrobiologis.

Mengingat pentingnya sayuran dan buah-buahan sebagai sumber mineral dan vitamin, maka untuk mengurangi, mencegah atau menghambat terjadinya kerusakan pada bahan pangan hasil pertanian, perlu dilakukan berbagai usaha pengolahan. Selain untuk menambah ragam pangan, pengolahan pangan juga bertujuan untuk menghambat kerusakan tersebut sehingga dapat memperpanjang masa simpannya.

Pengolahan dan pengawetan berbagai jenis bahan pangan yang berasal dari hasil peternakan dan perikanan, terutama dalam bentuk industri kecil yang menghasilkan berbagai macam produk komoditi hewani secara tradisional telah lama diusahakan di Indonesia. Pengolahan tradisional di sini meliputi pengolahan dan pengawetan dengan cara penggaraman, penambahan gula, fermentasi, pengeringan, perebusan, pengasapan atau kombinasi dari

cara-cara tersebut di atas. Cara pengawetan dengan penambahan gula, asam garam, misalnya pada pembuatan susu kental manis, yoghurt, atau garam yang disertai dengan pengeringan, fermentasi atau pengasapan misalnya ikan dan lidah asap, bertujuan baik untuk memperpanjang masa simpan, ataupun untuk memperoleh bentuk makanan baru dengan rasa dan aroma yang tertentu.

Pengeringan dengan cara penjemuran telah berkembang secara tradisional di negara kita yang beriklim tropis ini, meskipun menimbulkan masalah karena kesulitan dalam mengatur kecepatan pengeringan, suhu, kelembaban (R.H), serta terjadinya kontaminasi. Cuaca sering tidak menentu menghasilkan produk yang kurang sempurna.

Pengolahan pangan hewani dengan fermentasi, misalnya pada atau yoghurt, banyak dilakukan pada tingkat rumah tangga. Proses fermentasi akan menghasilkan olahan yang mempunyai aroma dan rasa khas, dan komponen dalam bahan pangan akan mengalami degradasi menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, lebih mudah larut dan mudah dicerna. Fermentasi dapat meningkatkan nilai estetika dan daya produk olahannya.

Dengan mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat menjelaskan pengertian, faktor penyebab kerusakan, dan dasar-dasar pengolahan bahan pangan.

## KEGIATAN BELAJAR 1

## Pengertian tentang Bahan Pangan

Bahan pangan adalah bahan yang memungkinkan manusia tumbuh dan mampu memelihara tubuhnya serta berkembang biak. Bahan pangan pada umumnya terdiri atas zat-zat kimia, baik yang terbentuk secara alami ataupun secara sintetis, dalam berbagai bentuk kombinasi dan yang berperan penting bagi kehidupan, seperti halnya air dan oksigen.

Bahan pangan terdiri dari empat komponen utama yaitu karbohidrat, protein, lemak, air dan turunan-turunannya. Selain itu bahan pangan juga tersusun dari komponen anorganik dalam bentuk kandungan mineral, dan komponen organik lainnya dalam jumlah relatif kecil, misalnya vitamin, enzim, emulsifier, asam, antioksidan, pigmen, dan komponen-komponen cita rasa (*flavor*). Jumlah komponen-komponen tersebut berbeda-beda pada masing-masing bahan pangan, tergantung pada susunan, kekerasan atau tekstur, cita rasa, warna dan nilai makanannya.

Dengan mempelajari Kegiatan Belajar 1 mengenai pengertian tentang bahan pangan, Anda diharapkan dapat mengerti tentang komponen-komponen utama bahan pangan, komponen-komponen penunjang dan klasifikasi bahan pangan berdasarkan mudah terjadinya kerusakan.

### A. KOMPONEN-KOMPONEN UTAMA BAHAN PANGAN

#### 1. Air

Kadar air sangat berpengaruh terhadap mutu bahan pangan, karena dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa makanan kita. Bahkan dalam bahan makanan yang kering sekalipun, seperti buah kering, tepung, serta biji-bijian, terkandung air dalam jumlah tertentu. Air berperan dalam zat-zat makanan dan sisa-sisa metabolisme, sebagai media reaksi yang menstabilkan pembentukan biopolimer, dan sebagainya.

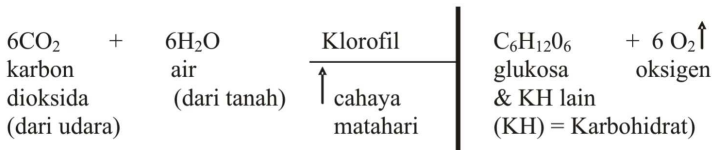
Semua bahan makanan mengandung air dalam jumlah yang berbeda-beda, baik itu bahan makanan hewani maupun nabati. Sebagai contoh sayur-sayuran dan buah-buahan segar mempunyai kadar air 90-95%, susu 85-90% ikan 70-80%, telur 70-75%, dan daging 60-70%.

Pengurangan air di samping bertujuan untuk mengawetkan juga untuk mengurangi volume dan berat pangan sehingga memudahkan dan menghemat pengepakan. Beberapa jenis biji-bijian yang diperdagangkan di pasar mempunyai kadar air tertentu, misalnya beras dengan kadar air sekitar 14% atau kacang kedelai dengan kadar air sekitar 8%. Pada kadar air tersebut beras dan kacang kedelai mempunyai keawetan dan daya simpan lebih lama dibandingkan dengan keadaan segarnya pada kadar air yang lebih tinggi.

Air di dalam bahan pangan terdapat dalam bentuk air bebas dan air terikat. Air bebas mudah dihilangkan dengan cara penguapan atau pengeringan, sedangkan air terikat sangat sukar dihilangkan dari bahan pangan meskipun dengan cara penguapan.

## 2. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi manusia. Sebanyak 60-80% kalori yang diperoleh tubuh manusia berasal dari karbohidrat. Hal ini terutama berlaku bagi bangsa-bangsa di Asia Tenggara. Di samping merupakan sumber utama, juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur dan lain-lain. Bagi tubuh manusia, sebagian besar karbohidrat diperoleh dari bahan makanan sehari-hari, terutama berasal dari tumbuh-tumbuhan (tanaman-tanaman). Terbentuknya karbohidrat dari tanaman melalui proses *asimilasi* atau *fotosintesis*, yaitu terjadi melalui permukaan daun yang menghisap udara ( $\text{CO}_2$ ), bersamaan dengan air yang diserap oleh akar, dibawa ke jaringan daun. Proses fotosintesis terjadi pada butir-butir hijau daun (klorofil) dengan persamaan berikut ini.



Klorofil adalah zat warna (pigmen) hijau yang menyerap energi dari matahari dan menyebabkan tanaman mampu membentuk karbohidrat dari  $\text{CO}_2$  dan air. Karbohidrat (zat tepung) akan diangkut ke tempat-tempat penyimpanan, yaitu dalam buah, akar, dan umbi.

Menurut ukuran molekulnya karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan, yaitu:

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

a. *Monosakarida*

Monosakarida adalah hasil akhir pemecahan sempurna dari karbohidrat yang paling kompleks susunannya dalam proses pencernaan. Dalam tubuh manusia, monosakarida langsung diserap oleh dinding usus halus, kemudian masuk ke dalam aliran darah. Monosakarida yang penting yaitu *glukosa*, *fruktosa* dan *galaktosa*.

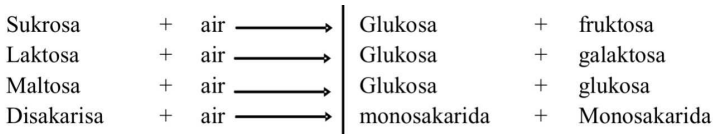
Glukosa disebut juga *dekstrosa*, banyak terdapat dalam buah-buahan dan sayuran. Semua karbohidrat dalam tubuh akhirnya akan diubah menjadi glukosa. *Fruktosa* atau *levulosa* terdapat bersama glukosa dalam buah dan sayuran, terutama madu. Galaktosa hanya ditemukan berasal dari penguraian disakarida.

b. *Oligosakarida*

Oligosakarida adalah polimer dengan derajat polimerisasi 2 sampai 10 dan *biasanya* bersifat larut dalam air. Oligosakarida yang terdiri dari dua molekul monosakarida disebut *disakarida*, dan apabila terdiri dari tiga molekul monosakarida disebut *triosa*.

Ada tiga macam disakarida yang penting, yaitu *sukrosa*, *maltosa* dan *laktosa*. Dalam pencernaan sukrosa (sakarosa atau gula tebu) akan dipecah menjadi glukosa dan fruktosa. Maltosa ditemukan sebagai hasil perantara dari penguraian pati. Maltosa akan dipecah menjadi dua molekul glukosa. Laktosa banyak terdapat dalam susu, di dalam tubuh akan dipecah menjadi glukosa dan galaktosa.

Jadi reaksi hidrolisisnya adalah sebagai berikut.



### c. Polisakarida

Polisakarida adalah golongan karbohidrat yang mempunyai susunan molekul yang lebih kompleks, terdiri dari banyak molekul monosakarida. Polisakarida dalam bahan makanan berfungsi sebagai penguat tekstur (selulosa, hemiselulosa, pektin dan lignin) dan sebagai sumber energi (pati, dekstrin, glikogen dan fruktan). Polisakarida penguat tekstur ini tidak dapat dicerna oleh tubuh, tetapi merupakan serat-serat (*dietaryfiber*) yang dapat menstimulasi enzim-enzim pencernaan.

Polisakarida merupakan polimer molekul-molekul monosakarida yang dapat berantai lurus atau bercabang dan dapat dihidrolisis dengan enzim-enzim yang spesifik kerjanya. Hasil hidrolisis akan menghasilkan oligosakarida dan dapat dipakai untuk menentukan struktur molekul polisakarida. Beberapa macam polisakarida yang penting adalah zat pati, glikogen dan selulosa.

#### 1) Pati

Pati merupakan sumber energi yang sangat penting karena sebagian besar karbohidrat terdapat dalam bentuk pati. Dekstrin merupakan zat antara dalam pemecahan zat tepung. Molekulnya lebih sederhana jika dibandingkan dengan molekul tepung dan bersifat mudah larut dalam air, mudah dicerna sehingga baik untuk makanan bayi. Pati juga merupakan cadangan makanan utama pada tanaman, sebenarnya merupakan campuran dari dua polisakarida yaitu amilosa dan amilopektin.

Kedua fraksi tersebut dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Jumlah molekul amilosa kira-kira 20% dari jumlah pati, terdiri dari 70 hingga 350 unit glukosa yang berikatan membentuk rantai lurus. Molekul amilopektin terdiri hingga 100.000 unit glukosa yang berikatan membentuk struktur rantai bercabang.

Berbagai macam pati tidak sama sifatnya tergantung dari panjang rantai C-nya, serta apakah lurus atau bercabang rantai molekulnya. Peranan perbandingan amilosa dan amilopektin terlihat pada sereal, contohnya pada beras. Semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, semakin lekat nasi tersebut

## 2) Glikogen

Glikogen merupakan cadangan karbohidrat dalam tubuh yang disimpan dalam hati dan otot, merupakan "pati hewani", bersifat larut dalam air (pati nabati tidak larut dalam air). Apabila bereaksi dengan iodine akan menghasilkan warna merah.

Glikogen merupakan suatu polimer yang struktur molekulnya hampir sama dengan struktur molekul amilopektin. Glikogen mempunyai banyak cabang (20-30 cabang) yang pendek-pendek dan rapat, sedangkan amilopektin hanya mempunyai kira-kira 6 cabang. Glikogen mempunyai berat molekul (BM) sekitar 5 juta dan merupakan molekul terbesar di alam yang larut dalam air. Jumlah cadangan glikogen ini sangat terbatas, apabila diperlukan oleh tubuh, diubah kembali menjadi glukosa.

## 3) Selulosa

Selulosa adalah polisakarida lain yang terdiri dari rangkaian-rangkaian panjang unit-unit glukosa. Struktur dasarnya serupa dengan pati tetapi unit glukosanya berikatan dengan cara yang berbeda. Manusia tidak memiliki enzim yang mampu memecah ikatan ini dan karenanya, manusia tidak dapat menggunakan selulosa sebagai makanan, tetapi berguna dalam mekanisme alat pencernaan.

Sapi dan binatang ruminansia lain dapat memecah dan menggunakan selulosa sebagai sumber energi karena mempunyai bakteri yang mampu memecah selulosa dalam rumennya (bagian pertama dari keempat bagian perut sapi). Hal ini menerangkan mengapa sapi dapat menggunakan rumput dan hijauan kering sebagai makanannya sedangkan manusia tidak.

Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin dan protein, membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman. Pada proses pematangan, penyimpanan, atau pengolahan, komponen selulosa mengalami perubahan sehingga terjadi perubahan tekstur.

Ikatan-ikatan selulosa yang panjang dapat membentuk volume makanan sehingga menimbulkan rasa kenyang, serta memadatkan sisa-sisa zat gizi yang tidak diserap lagi oleh dinding usus. Sifat-sifat selulosa adalah sebagai berikut: memberi bentuk atau struktur pada tanaman, tidak larut dalam air dingin maupun air panas, tidak dapat dicerna oleh cairan pencernaan manusia sehingga tidak dapat menghasilkan energi tetapi berguna dalam mekanisme alat pencernaan, dapat dipecah menjadi glukosa atau enzim tertentu.

Turunan selulosa yang dikenal sebagai *carboxymethyl cellulose* (CMC) sering dipakai dalam industri makanan untuk mendapatkan tekstur yang baik. Misalnya pada pembuatan es krim, pemakaian CMC akan memperbaiki tekstur dan kristal laktosa yang terbentuk akan lebih halus. CMC juga sering dipakai dalam bahan makanan untuk mencegah terjadinya retrogradasi.

#### 4) Hemiselulosa

Apabila komponen-komponen pembentuk jaringan tanaman dianalisis dan dipisah-pisahkan, mula-mula lignin akan terpisah dan senyawa yang tinggal adalah holoselulosa. Lebih lanjut lagi ternyata holoselulosa terdiri dari selulosa dan senyawa lain yang larut dalam alkali. Dari hasil hidrolisis hemiselulosa, diperkirakan unit monomer yang membentuknya tidak sejenis. Unit pembentuk selulosa yang terutama adalah D-xilosa, pentosa, dan heksosa lain.

Beda hemiselulosa dengan selulosa yaitu: hemiselulosa mempunyai derajat polimerisasi rendah dan mudah larut dalam alkali tetapi sukar larut dalam asam, sedangkan selulosa adalah sebaliknya. Hemiselulosa tidak merupakan serat-serat yang panjang seperti selulosa, juga suhu bakarnya tidak setinggi selulosa. Hasil hidrolisis selulosa akan menghasilkan D-glukosa, sedangkan hemiselulosa terutama akan menghasilkan D-xilosa dan monosakarida lainnya.

Salah satu cara analisis yang mudah dan murah untuk memperkirakan kandungan karbohidrat dalam bahan makanan adalah dengan cara perhitungan kasar (*proximate analysis*) atau disebut juga *carbohydrate by difference* dengan cara sebagai berikut.

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

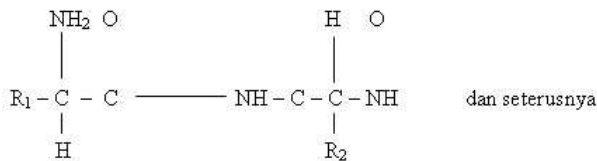


### 3. Protein

Protein merupakan salah satu zat makanan yang penting bagi kelangsungan hidup suatu makhluk. Di samping berfungsi sebagai bahan bakar di dalam tubuh, juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Molekul protein mengandung pula belerang (S) dan fosfor (P) dan ada pula jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga.

Dalam setiap sel yang hidup, protein merupakan bagian yang sangat penting. Pada sebagian besar jaringan tubuh, protein merupakan komponen terbesar setelah air, dengan berat lebih kurang 50 persen dari berat kering sel dalam jaringan misalnya hati dan daging, sedangkan dalam tenunan segar sekitar 20%.

Pada dasarnya protein dibentuk oleh satuan-satuan asam amino yang membentuk "polimer" sehingga merupakan senyawa yang panjang. Molekul asam amino mempunyai gugus amino (-NH<sub>2</sub>) yang bersifat basa dan gugus karboksil (-COOH) yang bersifat asam. Keadaan tersebut memungkinkan asam amino yang bereaksi baik dengan asam maupun dengan basa, serta pereaksi-pereaksi lainnya. Gugus amino dari asam amino dapat bereaksi dengan gugus karboksil dari asam amino lainnya dengan mengeluarkan satu molekul H<sub>2</sub>O dan membentuk ikatan peptida (-CO-NH-). Dua molekul asam amino yang membentuk ikatan peptida disebut dipeptida. Gugus amino dan karboksil bebas dari dipeptida tersebut dapat bereaksi lagi dengan asam-asam amino lainnya membentuk polipeptida, seperti terlihat pada reaksi di bawah ini.



Nilai mutu protein tergantung pada asam amino yang dikandungnya, yang merupakan bagian terkecil dari zat protein.

Asam amino dibedakan atas asam amino esensial dan non-esensial. *Asam amino esensial* adalah asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh tetapi tidak dapat disintesis oleh tubuh, sehingga harus terdapat dalam makanan sehari-hari. *Asam amino non-esensial* adalah asam amino yang dapat

dibentuk dalam tubuh, jadi tidak mutlak harus terdapat dalam makanan. Asam amino esensial, antara lain: *leusin*, *isoleusin*, *lisin*, *triptofan*, *fenilalanin*, *methionin*, *threonin*, dan *valin*. Asam amino non-esensial antara lain: *arginin*, *cystin*, *glisin*, *histidin*, *serin*, dan *tyrosin*.

Arginin tidak esensial untuk anak-anak maupun untuk orang dewasa tetapi dapat memperbaiki pertumbuhan bayi-bayi, sedangkan histidin esensial untuk anak-anak tetapi tidak esensial untuk orang dewasa.

Fungsi protein di antaranya adalah untuk: membentuk jaringan tubuh, mengganti sel-sel yang telah rusak dan aus, membuat air susu, enzim dan hormon, membuat protein darah, menjaga keseimbangan asam dan basa dari cairan tubuh dan saluran darah, serta memberi tenaga.

Protein juga berfungsi sebagai pemberi kalori, apabila 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 bagian yaitu: protein hewani yang berasal dari hewan misalnya susu, ikan, daging, telur, keju, hati dan sebagainya.

Protein nabati yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, terdapat pada kacang-kacangan misalnya kacang kedelai, kacang tanah, dan hasil olahannya (misalnya tahu dan tempe), kacang hijau, kacang merah dan sebagainya. Protein hewani lebih tinggi nilainya dari protein nabati, karena protein hewani lebih lengkap kandungan asam amino esensialnya dan susunannya yang mendekati nilai protein tubuh manusia, sedangkan protein nabati nilainya lebih rendah, kecuali protein kacang-kacangan dan produk olahannya.

#### **4. Lemak dan Minyak**

Molekul lemak terdiri dari unsur karbon, hidrogen dan oksigen (C, H dan O). Selain karbohidrat, lemak merupakan sumber energi yang kedua bagi tubuh manusia. Satu gram lemak menghasilkan 9 kalori sehingga sebagai sumber kalori sebenarnya lebih menguntungkan, juga melarutkan vitamin A, D, E, K sehingga dapat diserap oleh dinding usus halus, dan memberikan asam-asam lemak esensial. Asam lemak esensial tidak dapat dibuat oleh tubuh manusia, harus diambil dari makanan, dan berfungsi untuk melindungi alat-alat tubuh yang halus. Energi lemak berarti lebih besar daripada molekul

karbohidrat (4 kalori) dan protein (4 kalori). Lemak memberikan rasa gurih dan halus pada makanan dan dapat memberikan rasa kenyang lebih lama. Berdasarkan bentuknya, lemak ada yang berbentuk padat dan ada yang berbentuk cair.

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:

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

Berdasarkan ikatan kimianya, lemak dibagi menjadi 2 (dua) golongan:

- a. gliserida lemak yang semata-mata terdiri dari asam lemak dan gliserol;
- b. zat-zat yang di samping mengandung asam lemak dan gliserol juga mengandung zat lain seperti fosfor, glikogen dan sebagainya.

Lemak murni akan terpecah menjadi asam lemak dan gliserol oleh adanya enzim-enzim di dalam tubuh. Lemak murni harus terdapat dalam makanan karena berbagai sebab antara lain, untuk melarutkan berbagai vitamin dan untuk mendapatkan beberapa jenis asam lemak yang esensial. Asam lemak esensial tidak dapat dibuat oleh tubuh, harus diambil dari makanan, dan berfungsi untuk melindungi alat-alat tubuh yang halus. Beberapa contoh asam lemak yang esensial yaitu asam oleat, asam linoleat, asam linolenat dan asam arachidonat terutama terdapat pada lemak tumbuh-tumbuhan. Asam lemak yang tidak esensial antara lain asam butirrat, asam palmitat, asam kaproat dan sebagainya.

Zat-zat yang mengandung lemak misalnya ikatan lemak dengan garam fosfor yang disebut fosfolipid, ikatan lemak dengan glikogen yang disebut glikolipid, ikatan lemak dengan kromatin yang disebut kromolipid dan steroid.

Kandungan lemak dalam setiap bahan pangan berbeda-beda. Dalam industri pangan sering kali ditambahkan lemak untuk suatu tujuan tertentu. Fungsi lemak dalam pengolahan bahan pangan adalah sebagai media penghantar panas (minyak goreng, *shortening* atau mentega putih, lemak gajih, mentega dan margarin) selain itu penambahan lemak dimaksudkan

untuk menambah kalori, memperbaiki tekstur dan cita rasa bahan pangan (misalnya kembang gula), melarutkan vitamin A, D, E, K sehingga dapat diserap oleh dinding usus halus, dan memberikan asam-asam lemak esensial.

Rata-rata manusia membutuhkan lemak  $\frac{3}{4}$ -1 gram setiap kilogram berat badan. Hampir 20 - 25 % dari kebutuhan kalori sehari diperoleh dari lemak.

Di negara yang beriklim dingin, kebutuhan lemak setiap orang lebih tinggi, ini disebabkan oleh lemak memberikan kalori yang lebih tinggi sehingga dapat melindungi tubuh dari iklim yang dingin di sekelilingnya.

Lemak hewani mengandung sterol cukup banyak yang disebut *kolesterol*, sedangkan lemak nabati mengandung *fitosterol* dan lebih banyak mengandung asam lemak tidak jenuh sehingga umumnya berbentuk cair. Lemak hewani yang berbentuk padat (lemak) biasanya berasal dari lemak hewan darat seperti lemak susu, lemak babi, lemak sapi. Lemak hewan laut contohnya minyak ikan paus, minyak ikan cod, minyak ikan herring, sedangkan lemak nabati cair dibedakan atas 3 golongan yaitu:

- a. *drying oil* yang akan membentuk lapisan keras bila mengering di udara (minyak cat);
- b. *semidrying oil* (minyak jagung, biji kapas, bunga matahari);
- c. *non drying oil* (minyak kelapa dan minyak kacang tanah).

Lemak nabati yang berbentuk padat adalah minyak cokelat dan minyak biji kelapa sawit. Orang yang makan lemak melebihi kebutuhan dan kurang menggerakkan badan, maka lemak itu ditimbun dalam tubuh sebagai cadangan sehingga menyebabkan orang menjadi gemuk.

## **B. KOMPONEN-KOMPONEN PENUNJANG**

### **1. Emulsifier**

Emulsi adalah suatu dispersi atau suspensi suatu cairan dalam cairan lain, data molekul-molekul kedua cairan tersebut tidak saling melarutkan tetapi saling antagonistik.

Pada umumnya emulsi bersifat tidak stabil, yaitu dapat pecah, atau dengan perkataan lain lemak dan air akan terpisah, tergantung dari keadaan lingkungannya. Untuk menstabilkan sistem emulsi ini biasanya ditambahkan ke dalamnya zat emulsifier.

Zat yang dapat mempertahankan dispersi lemak di dalam air atau sebaliknya disebut emulsifier. Sebagai contoh misalnya di dalam saus selada

dan mayonaise, lemak dan air akan terpisah tanpa adanya *emulsifier* yang ditambahkan. Emulsi tersebut dapat dipertahankan dengan menambahkan kuning telur sebagai *emulsifier*. Zat yang terpenting di dalam kuning telur yang dapat mempertahankan emulsi adalah fosfolipida, di antaranya yang terutama adalah lesitin.

Lesitin mempunyai struktur seperti lemak tetapi mengandung asam fosfat. Lesitin mempunyai gugus polar dan nonpolar. Gugus polar yang terdapat pada ester fosfatnya bersifat hidrofilik dan mempunyai kecenderungan larut dalam air, sedangkan gugus nonpolar yang terdapat pada ester asam-asam lemaknya bersifat lipofilik, yaitu mempunyai kecenderungan untuk larut dalam lemak atau minyak.

Lesitin dan fosfolipida yang lain ditemukan di dalam tubuh hewan, yaitu di dalam telur, darah dan di dalam tenunan tanaman. Monogliserida dan digliserida juga efektif digunakan sebagai emulsifier.

## 2. Asam-asam Organik

Asam-asam organik banyak terdapat pada bahan pangan hasil pertanian, umumnya merupakan hasil metabolisme siklus Krebs. Buah-buahan mengandung asam dengan kadar yang tinggi misalnya asam sitrat, yang merupakan asam organik utama di dalam buah jeruk dan lemon, asam malat di dalam apel dan asam tartrat di dalam buah anggur. Adanya asam-asam ini menyebabkan buah mempunyai rasa asam, rasa khas dan lambat menjadi busuk. Di samping sebagai hasil proses fisiologis bahan itu sendiri, asam dapat juga dihasilkan dengan sengaja melalui fermentasi beberapa bahan pangan oleh mikroba tertentu (khamir dan bakteri), sehingga menimbulkan cita rasa yang khas. Misalnya fermentasi daun sawi atau kubis menghasilkan asam laktat, fermentasi buah apel pertama-tama menghasilkan alkohol, kemudian asam asetat atau asam cuka. Pada pembuatan keju digunakan starter dari bakteri tertentu yang ditambahkan ke dalam susu untuk menghasilkan asam laktat, sehingga dapat mengendapkan protein susu membentuk *curd*.

## 3. Oksidan dan Antioksidan

Beberapa bahan pangan cenderung untuk mengikat oksigen dari udara. Hal ini terutama terjadi pada bahan pangan yang mengandung lemak atau minyak. Jika dibiarkan terlalu lama di udara terbuka akan menyebabkan

terjadinya oksidasi pada bahan tersebut sehingga mengakibatkan kerusakan yang disebut ketengikan.

Beberapa vitamin yang terdapat pada bahan pangan misalnya karoten (provitamin A) dan asam askorbat (vitamin C) merupakan contoh bahan yang peka terhadap oksidasi.

Oksigen dalam udara yang berkadar kira-kira 20% adalah oksidan yang selalu terdapat di sekeliling bahan pangan. Oksigen ini dapat dikurangi dengan pengemasan secara vakum atau diganti dengan nitrogen. Beberapa ion logam tertentu seperti ion tembaga dan ion besi merupakan katalisator oksidasi. Untuk menghindari terjadinya oksidasi ini maka tembaga dan besi di dalam pengolahan pangan ini diganti dengan baja tahan karat. Bahan pangan secara alami juga mengandung antioksidan, maka bahan pangan dapat bertahan terhadap kerusakan oksidatif. Antioksidan alami yang terdapat di dalam bahan pangan antara lain: lesitin, vitamin E dan beberapa asam amino yang mengandung sulfur (gugus -SH).

#### **4. Enzim**

Masih adanya proses-proses metabolisme pada sebagian besar bahan hasil pertanian yang telah dipanen atau dipetik. Proses itu menunjukkan bahwa masih ada kehidupan, yang disebabkan oleh adanya enzim yang aktif.

Enzim adalah katalis biologis yang dapat membantu bermacam-macam reaksi biokimia. Misalnya buah pisang yang masih mentah pada waktu dipetik dapat menjadi masak, ubi jalar yang disimpan dapat menjadi lebih manis daripada yang baru dipanen, amilase yang dijumpai dalam saliva dapat mencernakan pati di dalam mulut, pepsin dalam cairan perut dapat mencernakan protein dan lipase di dalam pankreas dapat memecahkan lemak. Kira-kira terdapat 100 macam enzim di dalam bakteri, khamir, kapang, tanaman dan hewan. Setelah tanaman dipanen atau hewan dipotong, sebagian besar dari enzim masih meneruskan keaktifannya di dalam beberapa reaksi kimia.

Setelah dipanen maka enzim akan meneruskan proses pematangan, kecuali jika enzim tersebut diinaktifkan dengan panas, dengan reaksi kimia atau dengan perlakuan lain. Jika enzim tidak diinaktifkan, kemungkinan akan terjadi proses pembusukan.

Enzim dapat menyebabkan perubahan cita rasa, warna, tekstur dan sifat-sifat lain dari bahan pangan. Proses pemanasan di dalam bahan pangan tidak

hanya ditujukan untuk membunuh mikroba tetapi juga untuk menginaktifkan enzim sehingga bahan pangan tetap stabil selama penyimpanan.

Enzim dapat juga diekstraksi dari bahan-bahan hayati dan dapat juga dimurnikan. Enzim dalam bentuk murninya dapat ditambahkan ke dalam bahan pangan untuk memecahkan bahan pati, mengempukkan daging, menjernihkan anggur, menggumpalkan protein susu, atau perubahan-perubahan lainnya.

## 5. Pigmen dan Warna

Warna bahan pangan dapat disebabkan oleh beberapa sumber, dan salah satu yang terpenting adalah pigmen di dalam bahan nabati atau hewani. Sebagai contoh misalnya klorofil yang memberikan warna hijau pada daun selada atau buncis, karoten memberikan warna jingga (oranye) pada wortel dan jagung, likopen memberikan warna merah pada buah tomat dan semangka, antosianin memberikan warna ungu pada bit dan buah kopi, dan mioglobin memberikan warna merah pada daging.

Pigmen alam biasanya akan mengalami perubahan kimia, seperti yang terjadi pada pematangan buah-buahan atau *curing* daging. Pigmen juga sangat sensitif terhadap perubahan kimia dan fisika selama pengolahan, terutama panas yang sangat berpengaruh terhadap pigmen bahan pangan. Di samping itu pukulan mekanis dan penggilingan menyebabkan perubahan warna menjadi pucat. Hal ini disebabkan oleh sebagian besar pigmen tanaman dan hewan terkumpul di dalam sel-sel tenunan dan *pigmen body*, seperti klorofil yang terdapat di dalam kloroplas, jika sel-sel ini pecah karena penggilingan atau pukulan, maka pigmen akan ke luar dan sebagian akan rusak atau teroksidasi karena kontak dengan udara.

Tidak semua warna disebabkan oleh pigmen alami dari tanaman atau hewan. Warna dapat juga disebabkan oleh pengaruh faktor lain misalnya proses karamelisasi gula menyebabkan warna cokelat tua. Beberapa contoh yang termasuk karamelisasi adalah warna gelap (cokelat kehitaman) pada gula tebu karena pemanasan, warna kulit roti panggang dan warna cokelat dari karamel kembang gula.

Penyebab perubahan warna lainnya disebabkan oleh reaksi kimia antara gula dan asam amino dan protein yang dikenal sebagai reaksi *browning* atau reaksi *Maillard*. Pada keadaan ini gugus amino dari protein bereaksi dengan gugus *aldehid* atau keton dari gula pereduksi yang menghasilkan warna cokelat, misalnya warna gelap pada susu bubuk yang terlalu lama disimpan.

Proses *browning* seperti diterangkan di atas disebut reaksi *non-enzimatic browning*. Di samping itu dapat pula terjadi *enzimatic browning* misalnya warna gelap pada permukaan sayatan dari buah apel atau salak dan warna cokelat dari teh yang berasal dari tanin.

Warna makanan juga disebabkan oleh penambahan zat-zat warna alam ataupun buatan, misalnya penambahan kunyit ke dalam tahu, penambahan ekstrak daun pandan pada kue pisang.

## 6. Cita Rasa

Perubahan yang terjadi pada cita rasa bahan pangan biasanya lebih kompleks daripada yang terjadi pada warna bahan pangan. Pada kopi misalnya, telah dikenal 200 komponen penyebab cita rasa dan aroma, meskipun masing-masing dalam konsentrasi yang sangat rendah.

Zat organik ini sangat sensitif terhadap udara, panas dan terhadap interaksinya satu terhadap yang lain. Cita rasa dan aroma dari kopi, susu, daging dan sebagian besar bahan pangan lainnya biasanya mengalami perubahan (tidak stabil) selama penanganan, pengolahan dan penyimpanan.

Perubahan yang terjadi pada cita rasa bahan pangan lebih kompleks daripada yang terjadi pada warna bahan pangan. Ada kekecualian bahwa cita rasa justru berkembang selama pengolahan tauco, kecap, pematangan keju, penyimpanan brem, fermentasi terasi dan ikan.

Komponen-komponen cita rasa dapat dipisah-pisahkan dengan alat khromatografi gas. Dengan cara ini komponen aroma akan terpisah satu sama lain berdasarkan daya penguapannya melalui suatu kolom dengan absorbent tertentu. Masing-masing komponen akan memberikan *peak* (titik puncak) tertentu di atas kertas khromatogram (*recording chart*) dan selanjutnya dapat diidentifikasi. Secara subjektif cita rasa dapat diteliti dengan uji organoleptik oleh suatu "taste pannel".

## 7. Vitamin

Vitamin merupakan komponen penting di dalam bahan pangan, walaupun terdapat dalam jumlah sedikit. Vitamin dapat dikelompokkan dalam 2 golongan yaitu:

- a. Vitamin yang larut dalam lemak yaitu vitamin A, D, E, K.
- b. Vitamin yang larut dalam air yaitu vitamin C dan golongan vitamin B kompleks.



Vitamin A pada umumnya terletak di dalam hasil-hasil hewani seperti daging, susu dan telur. Hasil nabati umumnya tidak mengandung vitamin A, tetapi mengandung zat bentuk provitamin A yang dikenal sebagai beta-karoten, misalnya di dalam buah tomat, ubi jalar, wortel dan sayur-sayuran hijau. Kekurangan vitamin A akan menyebabkan buta ayam, pertumbuhan yang tidak normal pada masa kanak-kanak, kelainan pada selaput mata serta selaput epitel.

Vitamin D<sub>3</sub> dibentuk di dalam jaringan subkutan hewan dan manusia, karena perubahan 7-dehidrokolesterol oleh sinar ultraviolet dari sinar matahari. Iradiasi ergosterol dapat menghasilkan vitamin D<sub>2</sub> yang dapat digunakan sebagai penambah vitamin D pada susu dan makanan lainnya. Vitamin D ditemukan di dalam hati, minyak ikan, hasil-hasil susu dan telur.

Anak-anak membutuhkan 400 IU vitamin D per hari, IU (*International Unit*) setara dengan 0,025  $\mu$ g vitamin D<sub>2</sub>. Kekurangan vitamin D dapat menyebabkan kelainan pertumbuhan tulang pada anak-anak .

Vitamin E merupakan faktor anti kemandulan untuk tikus, penting bagi pembentukan dan kesehatan jaringan tulang hewan. Pada umumnya manusia jarang kekurangan vitamin E. Vitamin E adalah antioksidan yang kuat dan berfungsi dalam mencegah terbentuknya peroksida secara berlebihan dalam jaringan. Sumber vitamin E yang penting adalah minyak nabati tertentu.

Pada umumnya vitamin C banyak terdapat pada bahan nabati. Bahan makanan yang merupakan bahan sumber vitamin C adalah jeruk, tomat dan cabe hijau. Kentang maupun susu, biji-bijian dan daging mengandung sedikit vitamin C. Vitamin C pada suhu tinggi mudah rusak karena oksidasi. Vitamin ini mudah hilang selama pengolahan dan penyimpanan. Kekurangan vitamin C menyebabkan kerapuhan dinding-dinding kapiler, gusi berdarah, gigi mudah tanggal, dan penyakit pada sendi tulang.

Golongan vitamin B kompleks mencakup thiamin, riboflavin, niasin, piridoksin, asam pantotenat, asam folat, vitamin B<sub>12</sub> biotin dan kolin. Semua vitamin dari golongan ini biasanya ditemukan di dalam bahan pangan yang sama misalnya hati, khamir dan dedak biji-bijian. Semua vitamin golongan ini dibutuhkan untuk kelancaran metabolisme dan sebagian berguna untuk keaktifan enzim.

## 8. Mineral

Sebagian besar bahan makanan, lebih kurang 96% terdiri dari bahan organik dan air, sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral. Unsur mineral

dikenal juga sebagai zat anorganik atau kadar abu. Meskipun banyak dari unsur-unsur mineral telah jelas diketahui fungsinya pada makanan ternak, tetapi belum banyak penelitian sejenis dilakukan pada manusia.

Sampai sekarang telah diketahui adanya empat belas unsur mineral yang diperlukan manusia, agar memiliki pertumbuhan dan kesehatan yang baik. Mineral yang penting adalah Natrium, klor, kalsium, fosfor, magnesium, dan belerang. Unsur-unsur ini terdapat di dalam tubuh dalam jumlah yang cukup besar, oleh sebab itu disebut unsur makro atau mineral makro. Unsur mineral yang lain terdapat dalam jumlah yang kecil saja, dan disebut mineral mikro atau disebut *trace element*, seperti besi, yodium, mangan, tembaga, zink, kobalt, dan fluor. Tiga elemen lainnya yaitu aluminium, boron, dan vanadium ditemukan dalam jaringan tubuh hewan, tetapi belum diketahui secara pasti apakah unsur tersebut mempunyai fungsi khusus dalam tubuh manusia.

Umumnya mineral tidak terpengaruh oleh adanya proses pengolahan. Kalsium banyak dibutuhkan tubuh karena kekurangan kalsium dapat menyebabkan kelainan pada tulang dan gigi, juga penting dalam pembekuan darah dan keaktifan enzim. Fosfor penting untuk mengontrol reaksi metabolisme yang menghasilkan energi, juga untuk mengontrol keseimbangan asam dan basa dalam darah. Besi dalam badan sebagian terletak dalam sel-sel darah merah sebagai *heme*, suatu pigmen yang mengandung inti sebuah atom besi. Dalam sebuah molekul hemoglobin terdapat empat *heme*. Besi terdapat dalam sel-sel otot, khususnya dalam mioglobin. Berbeda dengan hemoglobin, mioglobin terdiri dari satu pigmen *heme* untuk setiap protein.

### C. KLASIFIKASI BAHAN PANGAN

Semua bahan pangan dalam keadaan alamiah akan cepat mengalami kerusakan atau pembusukan. Dalam hal kualitas makanan dapat dibedakan atas makanan yang tahan lama dan ada yang terbatas pada waktu tertentu saja.

Berdasarkan mudahnya terjadi kerusakan, makanan dapat diklasifikasikan ke dalam 3 golongan sebagai berikut.

1. Makanan yang tidak mudah rusak (*nonperishable*), yaitu yang dapat disimpan dalam waktu relatif lama pada suhu kamar seperti beras, kacang-kacangan yang telah dikeringkan.

2. Makanan yang agak mudah rusak (*semi perishable foods*) yaitu makanan yang dapat disimpan dengan jangka waktu terbatas seperti bawang bombai dan umbi-umbian.
3. Makanan yang mudah rusak (*perishable foods*), yaitu makanan yang cepat rusak bila disimpan tanpa perlakuan penanganan (pengawetan) seperti daging, ikan, susu, buah yang matang dan sayur-sayuran.

Masa simpan berbagai bahan pangan tergantung pada kandungan/kadar airnya. Semakin tinggi jumlah kandungan air dalam makanan maka makanan tersebut semakin cepat rusak.

Sebaliknya bila kandungan/kadar air makin rendah, masa simpannya akan makin lama. Tetapi bila makanan disimpan dalam keadaan yang basah atau lembab, maka bahan pangan akan segera berubah dan menjadi rusak.



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Mengapa bahan pangan ada yang masih harus diolah? Apakah tujuan pengolahan bahan pangan?
- 2) Sebutkan komponen-komponen utama dari bahan pangan!
- 3) Apakah yang dimaksud dengan asam amino esensial dan asam amino non-esensial! Berikan pula contohnya masing-masing!
- 4) Mengapa protein hewani lebih tinggi nilai gizinya dibandingkan dengan protein nabati. Jelaskan!
- 5) Berdasarkan ukuran molekulnya karbohidrat dibagi atas beberapa kelompok. Sebutkan dan jelaskan masing-masing!
- 6) Apakah perbedaan dan persamaan antara selulosa dan hemiselulosa!
- 7) Apa yang dimaksud dengan emulsifier dan antioksidan? Jelaskan!
- 8) Apa yang dimaksud dengan enzim? Jelaskanlah!
- 9) Apa fungsi enzim amilase dan enzim pepsinase? Jelaskan!
- 10) Berdasarkan mudah terjadinya kerusakan, maka bahan pangan dapat diklasifikasikan dalam 3 (tiga) golongan. Sebutkan dan jelaskan masing-masing !

### Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk membantu Anda dalam menjawab latihan Kegiatan Belajar 1. Maka sebaiknya Anda mengikuti petunjuk berikut ini!

- 1) Bahan pangan mempunyai sifat mudah rusak, sehingga pada umumnya tidak dikonsumsi dalam bentuk seperti bahan mentahnya, tetapi diolah menjadi berbagai bentuk dan jenis pangan lain. Selain untuk menambah ragam/jenis pangan, pengolahan juga bertujuan untuk memperpanjang masa simpan bahan pangan tersebut.
- 2) Komponen-komponen utama bahan pangan adalah air, protein, lemak, dan karbohidrat.
- 3) Asam amino esensial yaitu asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh, tetapi tidak dapat disintesis oleh tubuh, sehingga harus diperoleh dari luar tubuh, jadi harus terdapat dalam makanan sehari-hari. Contoh asam amino esensial yaitu *lisin, triptofan, fenilalanin, leusin, isoleusin, methionin, threonin* dan *valin*. Asam amino non-esensial yaitu asam amino yang dapat dibentuk oleh tubuh, sehingga tidak mutlak harus terdapat dalam makanan. Contoh asam amino non-esensial yaitu *arginin, histidin, glisin, serin, tirosin* dan *cystein*.
- 4) Protein hewani lebih tinggi nilai gizinya daripada protein nabati karena protein hewani lebih lengkap asam aminonya dan susunannya mendekati nilai protein tubuh manusia.
- 5) Untuk menjawab pertanyaan ini, Anda dapat membaca pada uraian tentang karbohidrat.
- 6) Untuk menjawab pertanyaan ini Anda dapat mencari jawabannya pada halaman di atas.
- 7) Untuk menjawab pertanyaan ini Anda dapat membaca pada uraian di depan.



### RANGKUMAN

---

Pada dasarnya bahan pangan terdiri dari 4 (empat) komponen utama yaitu Air, Protein, Karbohidrat dan Lemak. Di samping itu bahan pangan juga mengandung komponen anorganik dalam bentuk mineral dan komponen organik misalnya emulsifier, asam-asam organik, oksidan dan antioksidan, enzim, pigmen dan warna, komponen cita rasa (*flavor*) dan vitamin.

Jumlah komponen-komponen tersebut berbeda-beda pada masing-masing bahan pangan, tergantung pada susunan, kekerasan, tekstur, cita rasa, warna dan nilai gizi makanannya.

Berdasarkan mudah/tidaknya terjadinya kerusakan, bahan pangan diklasifikasikan dalam 3 (tiga) golongan yaitu: makanan yang tidak mudah rusak (*non-perishable food*), makanan yang agak mudah rusak (*semi perishable food*), dan makanan yang mudah rusak (*perishable food*).



### TES FORMATIF 1

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Di dalam pencernaan makanan, sukrosa akan dipecah menjadi ....
  - A. galaktosa dan glukosa
  - B. glukosa dan fruktosa
  - C. glukosa dan galaktosa
  - D. galaktosa dan fruktosa
  
- 2) Laktosa di dalam pencernaan akan dipecah menjadi ....
  - A. glukosa dan glukosa
  - B. glukosa dan fruktosa
  - C. glukosa dan galaktosa
  - D. galaktosa dan fruktosa
  
- 3) Asam amino yang dapat dibentuk oleh tubuh, sehingga tidak mutlak harus terdapat dalam makanan disebut asam amino ....
  - A. non-esensial
  - B. esensial
  - C. utama
  - D. nabati
  
- 4) Proses fotosintesis pada tanaman sebenarnya adalah proses ....
  - A. pengubahan energi matahari menjadi energi kimia
  - B. pengikatan energi hasil pernafasan
  - C. transpirasi
  - D. respirasi
  
- 5) Klorofil pada tanaman mengandung unsur ....
  - A. ferrum
  - B. magnesium

- C. manganum  
D. zincum
- 6) Asam organik yang terdapat pada buah anggur yaitu asam ....  
A. malat  
B. sitrat  
C. tartrat  
D. semut
- 7) Bakteri yang tahan pada temperatur rendah disebut bakteri ....  
A. halofilik  
B. mesofilik  
C. psikrofilik  
D. termofilik
- 8) Pigmen yang menyebabkan buah tomat dan semangka berwarna merah yaitu ....  
A. antosianin  
B. karoten  
C. klorofil  
D. likopene

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{8} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
80 - 89% = baik  
70 - 79% = cukup  
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 2

## Faktor-faktor Penyebab Kerusakan Bahan Pangan

Sejak bahan pangan dipanen, dikumpulkan, ditangkap atau disembelih, bahan pangan tersebut akan mengalami kerusakan. Berdasarkan mudah/tidaknya mengalami kerusakan bahan pangan dapat dibedakan menjadi tiga golongan yaitu:

1. bahan pangan yang tidak mudah rusak (*nonperishable*),
2. bahan pangan yang agak mudah rusak (*semi perishable*), dan
3. bahan pangan yang mudah rusak (*perishable*).

Semua makhluk hidup memerlukan makanan untuk pertumbuhan dan mempertahankan kehidupannya. Bakteri, kapang, khamir, insekta maupun rodentia (binatang pengerat) selalu berkompetisi dengan manusia untuk mengonsumsi persediaan pangannya. Selanjutnya, senyawa organik yang sangat sensitif dalam bahan pangan, dan keseimbangan biokimia dari senyawa tersebut, akan mengalami destruksi (kerusakan) oleh hampir semua variabel lingkungan di alam. Panas, dingin, cahaya, oksigen, kelembaban, kekeringan, kandungan enzim dalam bahan pangan itu sendiri, waktu, semuanya dapat merusakkan bahan pangan.

Sebagai gambaran, sayur-sayuran setelah dipanen apabila tidak diangkut dengan cepat dari kebun dan mendapatkan perlindungan serta penyimpanan yang baik, maka sia-sialah segala pekerjaan yang telah dilakukan untuk memproduksikannya. Hal ini ternyata selalu terjadi pada hampir semua bahan pangan. Kecepatan kerusakan bahan pangan dapat dilihat dari umur simpan beberapa bahan pangan, yang dapat dilihat pada Tabel 1.1 di belakang ini. Dari tabel tersebut dapat kita ketahui umur simpan beberapa bahan pangan (nabati maupun hewani) pada suhu 21,11°C.

Pada suhu ruang (27°C), daging, ikan dan unggas menjadi busuk dalam 1 - 2 hari. Hal ini juga akan terjadi pada beberapa jenis buah-buahan dan sayuran daun, seperti juga pada susu mentah dan bahan pangan segar lainnya. Pada suhu ruang atau suhu lapangan, beberapa bahan pangan bahkan dapat menjadi tidak berharga (rusak, busuk) dalam beberapa jam.

Tabel 1.1.  
Umur simpan beberapa bahan pangan

Macam bahan pangan	Umur simpan (hari) Pada 70°F (21,1° C)
daging segar	1 - 2
ikan segar	1 - 2
unggas	1 - 2
daging dan ikan kering, asin atau diasap	360 atau lebih
buah-buahan segar	1 - 7
buah-buahan kering	360 atau lebih
sayuran daun	1 - 2
umbi-umbian	7 - 20
biji-bijian kering	360 atau lebih

Dengan mempelajari Kegiatan Belajar 2 mengenai faktor-faktor penyebab kerusakan bahan pangan, Anda diharapkan dapat mengetahui tentang tanda-tanda kerusakan bahan pangan, jenis-jenis kerusakan, dan faktor-faktor utama penyebab kerusakan.

## A. TANDA-TANDA KERUSAKAN BAHAN PANGAN

Suatu bahan pangan dikatakan rusak apabila menunjukkan adanya penyimpangan yang melewati batas yang dapat diterima secara normal oleh pancaindra atau parameter lain yang biasa.

Proses pematangan buah merupakan suatu rangkaian reaksi kimia yang panjang, yang dapat berakhir dengan degradasi tenunan yang mengakibatkan kematian sel dan pembusukan. Demikian pula halnya dengan sayuran, jadi di sini terjadinya atau mulai terjadinya kebusukan merupakan suatu tanda kerusakan.

Beberapa bahan dianggap rusak apabila menunjukkan penyimpangan konsistensi serta tekstur dari keadaan yang normal. Bahan yang secara normal berkonsistensi kental, tetapi apabila dalam keadaannya berkonsistensi encer, berarti telah terjadi suatu penyimpangan yang menunjukkan adanya suatu kerusakan. Demikian pula halnya dengan bahan hasil pertanian yang secara normal mempunyai tekstur yang keras seperti kentang, ubi jalar, wortel dan lainnya, apabila dalam keadaan segar bahan tersebut mempunyai tekstur lunak, maka bahan tersebut berarti sudah mengalami kerusakan.



Terjadinya memar yang lanjut dapat digunakan sebagai suatu tanda terjadinya kerusakan. Pada buah sawo, mangga, apel, jambu dan buah-buahan lainnya sering terjadi memar, yang menunjukkan adanya kerusakan pada bagian dalam.

Beberapa bahan yang digoreng disebut rusak apabila terjadi kegosongan yang disebabkan oleh pemanasan terlalu lama atau menggunakan suhu yang terlalu tinggi. Demikian pula terjadinya reaksi *browning* yang tidak diinginkan merupakan salah satu tanda kerusakan.

Tepung-tepung yang menggumpal dan mengeras menyebabkan tepung-tepung tersebut tidak dapat memenuhi fungsinya seperti yang diharapkan. Misalnya tepung telur albumen yang mengeras selama penyimpanan, menyebabkan daya larut dan daya buih albumen menjadi rendah, atau kasein yang mengeras selama disimpan sehingga daya larutnya berkurang. Tanda-tanda tersebut merupakan tanda kerusakan.

Minyak goreng mengalami kerusakan ditandai dengan timbul bau yang menyimpang yaitu terjadinya bau tengik, yang disebabkan oleh hasil oksidasi dan degradasi dari asam-asam lemak tidak jenuh yang terdapat di dalam minyak tersebut.

Bahan-bahan hasil pertanian yang dikeringkan kadang-kadang menjadi hitam dan ditumbuhi kapang. Beberapa hasil pertanian yang ditumbuhi kapang dengan tanda-tanda adanya *mycelium* dan spora yang tumbuh pada permukaan bahan yang secara normal tidak ada, merupakan suatu tanda terjadinya kerusakan.

Tanda-tanda kerusakan fisik dapat dijumpai pada bahan-bahan hasil pertanian yang mengalami serangan serangga atau tikus sehingga bentuk-bentuk fisiknya menjadi berlubang atau adanya bekas-bekas gigitan. Terdapatnya kepompong, ulat dan sebagainya sering digunakan sebagai tanda-tanda kerusakan.

Telur yang rusak dapat ditandai dengan adanya keretakan, isi telur menjadi encer, atau secara *candling* terlihat tanda-tanda kerusakan. Daging segar yang rusak akan mengeluarkan bau busuk, sedangkan beberapa bagian kadang-kadang berulat atau berwarna yang menyimpang. Daging-daging yang berlendir dianggap telah mulai atau sedang mengalami kerusakan.

Ikan mengalami kerusakan apabila terlihat tanda-tanda seperti insang berwarna pucat, mata tenggelam dan teksturnya lunak sekali, mengeluarkan bau dan berlendir. Tetapi ada pula kerusakan yang tidak menunjukkan tanda-tanda yang jelas misalnya: terdapatnya ulat di dalam biji petai kadang-kadang

tidak pernah terlihat atau terduga sebelumnya, karena dari luar buah menunjukkan keadaan utuh tidak berbeda dengan yang tidak mengalami kerusakan.

## **B. JENIS-JENIS KERUSAKAN BAHAN PANGAN**

Makanan yang telah mengalami penyimpanan dan keadaan normal biasanya telah mengalami "kerusakan". Apabila ditinjau dari penyebabnya, maka kerusakan bahan pangan dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu kerusakan mikrobiologis, biologis, fisik, kimia, dan mekanis.

### **1. Kerusakan Mikrobiologis**

Kerusakan jenis ini disebabkan oleh mikroorganisme seperti kapang, bakteri dan khamir (ragi). Jenis pangan yang dapat dirusak oleh mikroba sangat tergantung pada komposisi bahan baku dan keadaannya setelah diolah. Pada umumnya golongan bakteri mudah merusak bahan-bahan yang banyak mengandung protein serta berkadar air tinggi. Kapang menyerang bahan yang banyak mengandung pektin, pati dan selulosa, sedangkan khamir menyerang bahan-bahan yang banyak mengandung gula.

Jenis kerusakan biologis pada makanan ditandai dengan timbulnya kapang, kebusukan, lendir, terjadinya perubahan warna. Cara perusakannya adalah dengan cara menghidrolisis atau mendegradasi makromolekul-makromolekul yang menyusun bahan tersebut menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil. Misalnya karbohidrat dipecah menjadi gula sederhana atau pemecahan lebih lanjut dari gula menjadi asam-asam yang mempunyai atom karbon dengan jumlah yang rendah. Protein dapat dipecah menjadi gugusan peptida, senyawa amida dan gas amoniak, sedangkan lemak dapat dipecah menjadi gliserol dan asam-asam lemak.

Dengan terpecahnya karbohidrat (pati, pektin atau selulosa), maka bahan dapat mengalami pelunakan. Terjadinya asam dapat menurunkan pH, gas-gas yang dihasilkan dapat mempengaruhi bau dan cita rasa bahan.

Kerusakan mikrobiologis ini merupakan bentuk kerusakan yang banyak merugikan serta kadang-kadang berbahaya terhadap kesehatan manusia, karena racun yang diproduksinya, penularan serta penularan kerusakan yang cepat. Kerusakan mikrobiologis tidak hanya terjadi pada bahan mentah, tetapi juga pada bahan setengah jadi maupun bahan hasil olahan. Makanan-makanan dalam kaleng atau dalam botol dapat rusak dan kadang-kadang

berbahaya karena dapat memproduksi racun. Bahan-bahan yang telah rusak karena mikroba, dapat menjadi sumber kontaminasi yang berbahaya bagi bahan-bahan lain yang masih sehat dan segar. Bahan yang sedang membusuk mengandung mikroba-mikroba yang masih muda dan dalam pertumbuhan ganas (*lagphase*), sehingga dapat menular ke bahan-bahan lain di dekatnya.

## 2. Kerusakan Biologis

Kerusakan biologis yaitu kerusakan yang disebabkan oleh kerusakan fisiologis, serangga dan binatang pengerat.

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. Daging akan cepat rusak atau membusuk, apabila disimpan pada suhu kamar karena terjadinya reaksi autolisis. Keadaan serupa juga terjadi pada beberapa buah-buahan.

Apabila hewan ternak dipotong, maka akan terjadi penghentian sirkulasi darah yang membawa oksigen ke jaringan otot (daging), hal ini akan membatasi terjadinya metabolisme aerobik. Karena keadaan tersebut, maka sistem metabolisme akan berubah menjadi metabolisme anaerobik yang menghasilkan asam laktat. Hal ini akan menyebabkan pH turun menjadi sekitar 5,6–5,8. Dengan turunnya pH, metabolisme anaerobik menjadi lambat dan jumlah ATP menipis sehingga daging mengeras (*rigormortis*) kemudian menjadi lunak kembali. Proses autolisis akan berlangsung, sehingga daging menjadi rusak. Perubahan pH akan menyebabkan suatu jenis pigmen dapat mengalami perubahan warna, misalnya khlorofil dan anthocyanin. Penyimpangan warna normal sering diartikan sebagai kerusakan. Denaturasi dan penggumpalan protein dapat terjadi karena perbedaan pH maupun oleh pemanasan.

## 3. Kerusakan Fisik

Kerusakan fisik disebabkan oleh perlakuan-perlakuan fisik. Misalnya pengeringan dapat menyebabkan terjadinya *casehardening*. Dalam pendinginan dapat terjadi *chilling injuries* atau *freezing injuries* dan *freezer burn* pada bahan yang dibekukan. Pada penggorengan atau pembakaran yang terlalu lama dapat menyebabkan *kegosongan*, juga merupakan kerusakan fisik.

Kerusakan karena pendinginan dengan suhu terlalu rendah (*chilling injuries*) ini, mungkin disebabkan oleh suatu toksin yang terdapat dalam tenunan hidup. Dalam keadaan netral, toksin ini dapat dinetralkan (*detoksifikasi*) oleh senyawa lain. Di dalam tanaman diduga terdapat toksin yaitu asam chlorogenat yang dapat dinetralkan oleh asam askorbat. Tetapi pada proses pendinginan (*chilling*) kecepatan produksi toxin akan bertambah cepat, sedangkan detoksifikasi menurun, sehingga sel-sel akan keracunan dan mati, kemudian membusuk.

Kemungkinan lain disebabkan oleh adanya 2 macam lemak yang terdapat dalam mitokhondria yaitu asam lemak yang peka terhadap pendinginan dan asam lemak yang tahan terhadap pendinginan.

Diduga bahwa asam lemak yang peka terhadap pendinginan adalah asam linolenat, sedangkan asam lemak yang tahan terhadap pendinginan adalah asam palmitat. Apabila kadar asam linolenat dalam mitokhondria lebih besar daripada asam palmitat, maka bahan akan peka terhadap pendinginan. Demikian pula sebaliknya, apabila kadar asam palmitat lebih besar daripada asam linolenat, maka bahan akan tahan terhadap pendinginan.

Ada beberapa teori mengenai terjadinya kerusakan beku (*freezing injuries*) di antaranya menurut teori yang terbaru adalah disebabkan oleh air yang terdapat di antara sel-sel tenunan pada suhu pembekuan akan menjadi kristal es, yang makin lama akan menjadi makin besar dengan cara menyerap air dari dalam sel-sel di sekitarnya sehingga sel-sel menjadi kering. Akibat dehidrasi ini, ikatan sulfhidril (-SH) dari protein akan berubah menjadi ikatan disulfida (-S-S) sehingga protein secara fisiologis hilang, demikian juga enzim akan kehilangan fungsinya sehingga metabolisme berhenti dan sel-sel akan mati, kemudian membusuk. Pembekuan dengan suhu yang tidak tepat dapat menimbulkan kerusakan berupa pecahnya sel-sel sehingga cairan ke luar sel, warna bahan menjadi gelap, terjadi pembusukan dan pelunakan. Pada daging yang dibekukan tanpa dibungkus, bagian luar daging menjadi kering dan mengeras (*freezer burn*).

Penyimpanan dalam gudang yang basah (lembab) dapat menyebabkan bahan hasil pertanian (pangan) menyerap air, misalnya terjadi *hardening* pada tepung-tepung yang kering, sehingga tepung-tepung tersebut mengeras atau membatu. Proses pengeringan yang tidak tepat pada tepung albumen dapat menyebabkan tepung tersebut kehilangan daya buihnya atau menyebabkan daya rehidrasi yang sangat rendah.

Penyimpanan yang lembab, dapat menyebabkan *water activity* bahan bertambah tinggi, sehingga memberi peluang kepada bentuk-bentuk kerusakan mikrobiologis untuk ikut aktif. Pada umumnya kerusakan fisik terjadi bersama-sama dengan bentuk kerusakan lainnya.

Penggunaan suhu yang terlalu tinggi dalam pengolahan bahan pangan menyebabkan cita rasa menyimpang dan terjadi kerusakan pada kandungan vitaminnya. Penggunaan suhu tinggi tersebut menyebabkan *thermal degradation* dari senyawa-senyawa dalam bahan sehingga terjadi penurunan kualitas (mutu) bahan pangan.

Bahan yang dikeringkan pada suhu yang terlalu tinggi dan dengan cara pengeringan yang terlalu cepat akan mengalami *case hardening* (bagian luar bahan pangan mengeras sedangkan bagian dalamnya tetap lunak), gejala lain yang terjadi adalah gosong, warna makanan gelap (kecokelatan) dan terjadi karamelisasi. Adanya sinar juga merangsang terjadinya kerusakan bahan, misalnya pada lemak.

#### 4. Kerusakan Kimiawi

Kerusakan kimiawi biasanya saling berhubungan dengan kerusakan lain. Adanya sinar dapat membantu terjadinya kerusakan kimiawi, misalnya oksidasi lemak atau warna bahan menjadi lebih pucat (luntur) adanya oksigen menyebabkan minyak menjadi tengik.

Untuk mencegah terjadinya ketengikan tersebut, biasanya digunakan senyawa antioksidan. Antioksidan BHA dan BHT memberikan perlindungan lebih baik terhadap oksidasi minyak goreng apabila dibandingkan dengan *tocopherol*; *butil hidroquinon tertier*, dan propil galat. Sedangkan *chelating agent* EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid*) dan isopropilsitrat kurang efektif.

Timbulnya noda-noda hitam pada makanan kaleng, disebabkan oleh adanya senyawa FeS, merupakan kerusakan kimia yang disebabkan oleh coating atau enamel dari lapisan dalam kaleng yang tidak baik dan mengadakan reaksi dengan H<sub>2</sub>S yang diproduksi oleh makanan tersebut.

Reaksi *browning* pada beberapa bahan dapat terjadi secara enzimatis maupun non-enzimatis. *Browning* secara non-enzimatis ini dapat menyebabkan timbulnya warna yang tidak diinginkan yaitu warna cokelat. *Browning* non enzimatis merupakan kerusakan kimia.

## 5. Kerusakan Mekanis

Kerusakan mekanis disebabkan oleh adanya benturan-benturan mekanis, misalnya benturan antara bahan atau karena benturan alat dengan bahan itu sendiri, atau antara bahan pangan dengan wadah pengolahan. Contoh kerusakan mekanis pada waktu buah-buahan dan sayuran dipanen dengan alat, misalnya: mangga, durian yang dipanen dengan galah bambu dapat rusak oleh galah tersebut atau memar karena jatuh terbentur batu atau tanah keras. Beberapa umbi-umbian mengalami cacat karena tersobek atau terpotong oleh cangkuk atau alat penggali yang lain. Barang-barang yang diangkut secara *bulk transportation*, bagian bawahnya akan tertindih dan tertekan dari bagian atas dan sampingnya sehingga mengalami pememaran, apalagi dalam kendaraan yang sedang berjalan seolah-olah bahan-bahan yang ada di dalam diguncang dengan kuat, sehingga banyak mengalami kerusakan mekanis.

Gejala kerusakan yang timbul antara lain memar (karena tertindih/tertekan), gepeng, retak, pecah, sobek/terpotong dan lain-lain. Komoditi pangan yang mudah mengalami kerusakan mekanis adalah buah-buahan (terutama yang berkulit lunak), sayuran terutama adalah sayuran buah (tomat, mentimun), telur dan umbi-umbian.

## C. FAKTOR UTAMA PENYEBAB KERUSAKAN PANGAN

Kerusakan bahan pangan dapat disebabkan oleh faktor-faktor berikut:

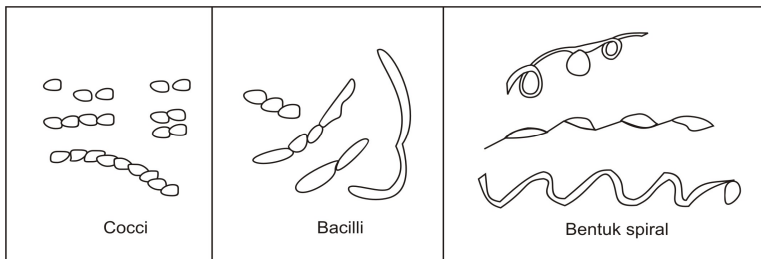
1. pertumbuhan dan aktivitas mikroba terutama bakteri, kapang dan khamir,
2. aktivitas enzim-enzim di dalam bahan pangan,
3. serangga, parasit dan tikus,
4. suhu termasuk pemanasan dan pendinginan,
5. kadar air,
6. udara termasuk oksigen,
7. sinar, dan
8. waktu (lama) penyimpanan.

### 1. Bakteri, Kapang dan Khamir

Mikroba penyebab pangan menjadi busuk dapat ditemukan di mana saja, baik di tanah, air, udara, di atas kulit atau bulu dari ternak, dan di dalam usus. Beberapa mikroba juga dapat ditemukan di atas kulit buah-buahan, sayuran,

biji-bijian dan kacang-kacangan. Di dalam tenunan/jaringan hidup biasanya secara normal tidak ditemukan adanya mikroba. Misalnya susu sapi terdapat dalam keadaan steril di dalam kelenjar susu, tetapi setelah diperah akan mengalami kontaminasi dari udara, wadahnya atau dari si pemerah itu sendiri. Daging sapi dari sapi sehat juga akan mengalami kontaminasi segera setelah pemotongan. Buah-buahan, sayuran, biji-bijian dan kacang-kacangan akan mengalami kontaminasi setelah dikupas kulitnya. Demikian juga pada telur, bagian dalam dari telur sehat mula-mula adalah steril, tetapi bagian kulitnya banyak mengandung bakteri yang berasal dari kotoran ayam.

Bakteri mempunyai beberapa bentuk misalnya bentuk cocci pada *Streptococcus* sp, *Micrococcus* sp, dan *Sarcina* sp, bentuk batang pada bacilli dan bentuk spiral pada spirilla dan vibrios (Gambar 1.1). Bakteri yang terdapat di dalam makanan mempunyai ukuran yang sangat kecil, yaitu mempunyai ukuran panjang sel antara satu sampai beberapa mikron (1mikron = 1/1.000mm).



Gambar 1.1.  
Beberapa bentuk bakteri

Beberapa bakteri dapat membentuk spora dan tahan terhadap pemanasan, pengaruh kimia dan perubahan lain-lainnya. Spora bakteri ini jauh lebih tahan dari khamir atau kapang, dan lebih tahan terhadap pengolahan dengan panas yang tinggi daripada enzim. Untuk membunuh spora ini pada bahan pangan perlu dilakukan sterilisasi, yaitu usaha untuk membunuh mikroorganisme yang berspora, dengan tekanan 1 atm dan suhu 121<sup>o</sup>C.

Khamir mempunyai ukuran panjang sel 20 mikron atau lebih. Sebagian besar khamir berbentuk bulat atau lonjong (*ellips*). Kapang berukuran lebih besar dan lebih kompleks. Kapang tumbuh seperti bulu atau rambut yang disebut *mycelia*, dan pada ujungnya berbentuk seperti buah yang disebut

*konidia* dan mengandung spora kapang. Kapang mempunyai spora yang berwarna khas, misalnya berwarna hijau atau hitam pada roti busuk, berwarna jingga pada oncom, atau berwarna putih dan hitam pada tempe. Perbedaan warna ini disebabkan oleh perbedaan warna *konidia* atau sporanya. Beberapa bentuk kapang dapat dilihat pada Gambar 1.2 di bawah ini.

Gambar 1.2.  
Beberapa bentuk kapang

Bakteri, ragi atau kapang yang tumbuh di dalam bahan pangan dapat mengubah komposisi bahan pangan. Beberapa mikroba di antaranya dapat menghidrolisis pati dan selulose atau menyebabkan fermentasi gula, sedangkan mikroba lainnya menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis lemak dan menyebabkan ketengikan, atau merusak protein yang menghasilkan bau busuk. Beberapa mikroba tersebut dapat menghasilkan lendir, gas, busa, warna yang menyimpang, asam, toksin dan lain-lainnya. Jika makanan mengalami kontaminasi secara spontan dari udara, maka di dalam makanan tersebut akan terdapat pertumbuhan campuran beberapa jenis mikroba.

Bakteri, khamir dan kapang dapat tumbuh dengan baik pada keadaan yang hangat dan lembab. Sebagian besar bakteri mempunyai kisaran suhu pertumbuhan antara 45 – 55<sup>0</sup>C, dan disebut bakteri termofilik.

Beberapa bakteri mempunyai kisaran suhu pertumbuhan antara 20 – 45<sup>0</sup>C yang disebut bakteri *mesofilik*, dan yang lainnya mempunyai suhu pertumbuhan di bawah 20<sup>0</sup>C dan disebut bakteri *psikrofilik*. Spora dari kebanyakan bakteri dapat mempertahankan diri pada suhu air mendidih, dan apabila suhu turun spora akan bergerminasi dan berkembang biak.

Beberapa bakteri dan semua kapang yang membutuhkan oksigen untuk hidupnya, disebut bakteri aerobik. Bakteri yang lain tidak dapat tumbuh apabila ada oksigen, bakteri demikian disebut bakteri anaerobik.



Dalam keadaan optimum bakteri memperbanyak diri dengan cepat. Dari 1 sel menjadi 2 sel hanya memerlukan waktu 20 menit dan seterusnya tumbuh dan berlipat ganda menurut fungsi eksponensial. Sebagai contoh misalnya susu yang pada keadaan tertentu mengandung 100.000 bakteri per ml, jika dibiarkan pada suhu kamar selama 24 jam, jumlah bakteri dapat berlipat ganda menjadi 25 juta, dan dalam 96 jam jumlah bakteri menjadi 5.000 juta per ml. Faktor-faktor lingkungan hidup yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba antara lain adalah air, pH, RH, suhu, oksigen, dan mineral.

#### a. Air

Pertumbuhan mikroba tidak pernah terjadi tanpa adanya air. Air dalam substrat yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroba biasanya dinyatakan dengan istilah *water activity* ( $a_w$ ) yaitu perbandingan antara tekanan uap air dari larutan (P) dengan tekanan uap air murni pada suhu yang sama ( $P_0$ ).

$$a_w = p/p_0 \times$$

Menurut hukum RAOULT,  $a_w$  berbanding lurus dengan jumlah molekul di dalam pelarut (*solvent*) dan berbanding terbalik dengan jumlah molekul di dalam larutan (*solution*).

$$a_w = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

keterangan:

- $n_1$  = jumlah molekul dari zat yang dilarutkan (*solute*).
- $n_2$  = jumlah molekul pelarut (*solvent*, dalam hal ini adalah air).
- $n_1 + n_2$  = jumlah molekul di dalam larutan (*solution*).

Istilah  $a_w$  dibedakan dengan RH (*Relative Humidity*) sebagai berikut,  $a_w$  digunakan untuk larutan atau bahan makanan, sedangkan RH untuk udara atau ruangan.

#### 1) Bakteri

Umumnya bakteri membutuhkan air lebih banyak dari pada kapang atau khamir. Sebagian besar bakteri dapat tumbuh dengan baik pada  $a_w$  mendekati 1.0 "*Water activity*" ( $a_w$ ) yang optimum dan batas terendah untuk tumbuh tergantung dari macam bakteri, makanan, suhu, pH,

adanya oksigen, CO<sub>2</sub> dan senyawa-senyawa penghambat. Contoh batas  $a_w$  terendah dapat dilihat pada tabel 1.2 di bawah ini.

Di samping itu ada bakteri lain yang dapat tumbuh pada  $a_w$  di bawah 0,90. Contoh  $a_w$  terendah dari bakteri *halofilik* (tahan garam) adalah 0,75, sedangkan untuk bakteri *xerofilik* adalah 0,65. *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella* sp, mempunyai  $a_w$  optimum 0,99, untuk *Escherichia coli* 0.5 dan untuk *Streptococcus faecalis* 0,98.

Tabel 1.2.  
Batas  $a_w$  terendah untuk beberapa macam bakteri

Macam bakteri	$a_w$ terendah
<i>Pseudomonas</i>	0,97
<i>Achromobacter</i>	0,96
<i>Escherichia coli</i>	0,96
<i>Bacillus subtilis</i>	0,95
<i>Aerobacter aerogenes</i>	0,95
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,86
<i>Clostridium botulimum</i>	0,95

## 2) Kapang

Pada umumnya sebagian besar dari kapang membutuhkan  $a_w$  yang lebih sedikit daripada khamir dan bakteri. Hal inilah yang menyebabkan makanan-makanan yang dikeringkan lebih banyak dirusak oleh kapang daripada oleh bakteri dan khamir.

*Water activity* optimum dan kisaran  $a_w$  untuk spora-spora asexual bergerminasi adalah berbeda-beda untuk tiap-tiap kapang. Pada beberapa kapang,  $a_w$  minimum untuk spora-spora bergerminasi adalah 0,62, sedangkan untuk kapang lain seperti *Mucor*, *Rhizopus* dan *Botrytis* adalah 0,93.

Setiap kapang mempunyai  $a_w$  minimum untuk tumbuh. Contoh  $a_w$  optimum untuk *Aspergillus* sp adalah 0,98 dan untuk *Penicillium* sp adalah 0,99. Untuk mencegah pertumbuhan kapang sebaiknya  $a_w$  diturunkan hingga di bawah 0,62, walaupun pada  $a_w$  di bawah 0,7 sudah dapat mencegah pertumbuhan kapang perusak makanan, sedangkan  $a_w$  di bawah 0,94 akan menghambat pertumbuhan *Rhizopus* dan di bawah 0,85 akan menghambat pertumbuhan *Aspergillus* sp. Pengurangan  $a_w$  di bawah batas optimum untuk kapang, akan menunda proses germinasi dan mengurangi kecepatan pertumbuhan. Hal ini merupakan faktor

penting dalam pengawetan makanan. Kadar air 14 – 15% pada tepung terigu dan beberapa buah-buahan yang dikeringkan sudah cukup untuk mencegah pertumbuhan kapang.

3) Khamir

Sebagian besar dari khamir tumbuh baik pada  $a_w$  yang tinggi, tetapi karena banyak khamir yang dapat tumbuh pada konsentrasi gula dan garam yang lebih tinggi daripada bakteri, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa khamir membutuhkan air yang lebih sedikit daripada bakteri. Kebanyakan khamir membutuhkan air yang lebih banyak daripada kapang. Umumnya batas  $a_w$  terendah untuk khamir adalah sekitar 0,88 – 0,94. Untuk khamir pada bir,  $a_w$  minimum yang dibutuhkan adalah 0,94, sedangkan untuk khamir yang biasa tumbuh pada susu kental manis adalah 0,90 dan untuk khamir pada roti adalah 0,91. Khamir yang bersifat osmofilik dapat terhenti pertumbuhannya dalam larutan garam dan gula yang mempunyai  $a_w < 0,78$ .

b. Suhu

Setiap mikroba, baik bakteri, kapang dan khamir mempunyai suhu optimum, suhu maksimum dan minimum untuk pertumbuhannya.

1) Bakteri

Suhu pertumbuhan untuk setiap bakteri berbeda-beda. Bakteri *psikofilik* dapat tumbuh dengan kecepatan yang relatif tinggi pada  $0^{\circ}$  C. Bakteri *psikrotropik* dapat tumbuh pada lemari es dengan suhu di bawah  $10^{\circ}$  C. Berdasarkan suhu optimumnya yaitu antara 20 sampai  $45^{\circ}$  C, kebanyakan bakteri tersebut digolongkan dalam bakteri *mesofilik*. Bakteri-bakteri yang mempunyai suhu optimum  $> 45^{\circ}$  C termasuk golongan *termofilik* dan bakteri ini ada obligat atau *fakultatif termofilik*. Perubahan suhu yang sedikit saja, akan menghasilkan pertumbuhan bakteri yang berbeda.

2) Kapang

Kebanyakan kapang adalah mesofilik dan mempunyai kisaran suhu optimum antara  $25 - 30^{\circ}$  C atau suhu kamar, tetapi beberapa kapang dapat tumbuh baik pada suhu  $35 - 37^{\circ}$  C, contoh adalah *Aspergillus* sp dan beberapa spesies pada suhu yang lebih tinggi.

Kapang yang bersifat psikrofilik dapat tumbuh dengan baik pada suhu pembekuan atau sedikit di atasnya, dan ada pula yang tumbuh secara

perlahan-lahan di bawah suhu pembekuan yaitu antara  $-5$  sampai  $-10^{\circ}\text{C}$ . Kapang yang bersifat termofilik dapat hidup pada suhu optimum yang tinggi.

3) Khamir

Pada umumnya kisaran suhu pertumbuhan untuk khamir (sebagian besar) adalah serupa dengan kapang, yaitu dengan suhu optimum sekitar  $25 - 30^{\circ}\text{C}$  dan suhu maksimum kira-kira  $35 - 47^{\circ}\text{C}$ . Beberapa macam khamir dapat tumbuh pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  atau kurang dari  $0^{\circ}\text{C}$ .

c. *Konsentrasi Ion Hidrogen*

Konsentrasi ion hidrogen yang aktif yang biasanya dinyatakan dengan pH sering menentukan macam mikroba yang tumbuh pada makanan dan produk yang dihasilkan. Setiap mikroba masing-masing mempunyai pH optimum, minimum dan maksimum untuk pertumbuhannya. Sebagian besar bakteri tumbuh paling baik pada pH mendekati netral, tetapi beberapa bakteri menyukai suasana asam, suasana sedikit asam atau dalam suasana basa.

Sebagian besar kapang dapat tumbuh pada kisaran pH yang lebar yaitu antara 2 sampai 8,5, tetapi biasanya senang hidup pada pH yang asam. Pertumbuhan khamir pada umumnya lebih baik pada suasana asam dengan pH antara 4,0 sampai 4,5 sehingga tidak akan tumbuh dengan baik pada suasana basa.

d. *Oksigen*

Berdasarkan proses respirasinya, mikroba dapat dibagi menjadi 4 golongan yaitu aerobik, anaerobik, fakultatif dan mikroaerofilik.

Mikroba termasuk golongan aerobik, apabila untuk tumbuhnya memerlukan molekul oksigen bebas, sedangkan yang termasuk golongan anaerobik dapat tumbuh dengan baik meskipun tanpa adanya oksigen bebas. Golongan fakultatif dapat tumbuh dengan atau tanpa adanya oksigen bebas. Mikroba yang mikroaerofilik membutuhkan hanya sejumlah kecil oksigen bebas. Beberapa bakteri tergolong aerob dapat menggunakan oksigen yang berasal dari hasil reduksi nitrat menjadi nitrit.

Kapang-kapang yang tumbuh pada makanan, umumnya adalah aerobik karena membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya. Jenis khamir fermentatif dapat tumbuh secara perlahan-lahan pada keadaan anaerobik.

## 2. Aktifikasi Enzim

Enzim yang ada pada bahan pangan dapat berasal dari mikroba atau memang sudah ada pada bahan pangan tersebut secara normal.

Aktivitas enzim dapat dicegah atau dihentikan sama sekali oleh panas, perlakuan kimia, radiasi atau perlakuan lainnya. Dipandang dari segi teknologi pangan, aktivitas enzim ada yang menguntungkan. Sebagai contoh pada pembuatan sari buah, beberapa enzim misalnya *pektinase* dikehendaki untuk menjernihkan sari buah seperti sari buah apel. Contoh lain adalah penggunaan enzim papain (*proteinase*) untuk mengempukkan daging. Tetapi pengempukan atau pematangan yang berlebihan dapat menyebabkan pembusukan.

Keaktifan maksimum dari enzim pada umumnya terletak di antara pH 4 sampai 8, atau di sekitar pH 6. Meskipun demikian beberapa enzim misalnya *pepsin*, masih menunjukkan keaktifannya sampai pH<sub>2</sub>, dan enzim *fosfatase* di dalam darah sampai pH<sub>9</sub> seperti terlihat pada Tabel 1.3.

Jika makanan didinginkan, disterilkan atau dipasteurisasi untuk menginaktifkan mikroba, maka enzim akan sebagian atau seluruhnya rusak atau menjadi inaktif. Beberapa enzim lebih tahan terhadap pemanasan, pendinginan, pengeringan, radiasi atau cara-cara pengawetan lainnya daripada mikroba. Sebagai contoh misalnya pemanasan atau radiasi mungkin efektif untuk membunuh mikroba, tetapi enzim-enzim tertentu mungkin masih dapat aktif.

Tabel 1.3.

Beberapa contoh enzim dengan substrat, hasil akhir dan pH optimumnya +)

No.	Enzim	Substrat	Hasil akhir	pH optimal++)
1.	<i>Lipase</i>	Gliseride (lemak)	gliserol, asam lemak)	5,0 - 8,6
2.	<i>Fosfatase</i> (lechitinase)	Lechitin	kholine, H <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> , lemak	3,0 – 10,0
3.	<i>Invertase</i>	Sukrosa	glukosa, fruktosa	4,6 – 5,0
4.	<i>Maltase</i>	Maltosa	Glukosa	4,5 – 7,2
5.	<i>Selobiase</i>	Selobiosa	Glukosa	
6.	<i>Laktase</i>	Laktosa	glukosa, galaktosa	
7.	<i>Amilase</i>	Pati	dekstrin, maltosa	5,0 – 7,0
8.	<i>Selulase</i>	Selulose	selobiosa, glukosa	3,5
9.	<i>Proteinase</i> (bromelin, papain pepsin, tripsin, renin)	Protein	polipeptida, dipeptida	1,5 – 10,5

No.	Enzim	Substrat	Hasil akhir	pH optimal++
10.	<i>Peptidase</i> (Polipeptidase)	Protein (peptida)	asam amino	6,0 – 7,4
11.	<i>Urease</i>	Urea	CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub>	7,0
12.	<i>Asparaginase</i>	Asparagin	asam aspartat, NH <sub>3</sub>	
13.	<i>Deaminase</i>	Asam amino	NH <sub>3</sub> , asam aroganik	

+) Potter (1968)

++ Desrrier (1963)

### 3. Serangga, Parasit, dan Tikus

Serangga terutama dapat merusak/melukai permukaan bahan pangan seperti buah-buahan, sayur-sayuran, biji-bijian dan umbi-umbian, sehingga menyebabkan kontaminasi oleh bakteri, khamir atau kapang.

Pada biji-bijian atau buah-buahan kering biasanya serangga dapat dicegah dengan cara fumigasi, dengan menggunakan beberapa zat kimia seperti metil bromida, etilenoksida dan propilenoksida. Zat kimia lain seperti Etilena dan propilena tidak boleh digunakan untuk bahan pangan yang mempunyai kadar air tinggi karena kemungkinan dapat membentuk racun.

Telur-telur serangga dapat tertinggal di dalam makanan sebelum dan setelah pengolahan, misalnya di dalam tepung. Untuk menghancurkan telur-telur serangga tersebut biasanya tepung dilewatkan di dalam *centrifuge*, sehingga dengan benturan-benturan keras dari dinding *centrifuge* telur-telur akan pecah. Meskipun pecahan telur tersebut masih tetap tertinggal di dalam tepung, tetapi tidak dapat memperbanyak diri lebih lanjut.

Parasit yang banyak ditemukan di dalam daging babi misalnya cacing pita (*Trichinella spiralis*). Cacing pita tersebut masuk ke dalam tubuh babi melalui sisa-sisa makanan yang mereka makan. Daging babi yang tidak dimasak dapat menjadi sumber kontaminasi bagi manusia. Nematoda mungkin dapat dimatikan dengan cara pembekuan.

Tikus merupakan ancaman di Indonesia, khususnya baik terhadap hasil biji-bijian sebelum dipanen maupun selama penyimpanan di dalam gudang. Tikus merugikan bukan hanya karena jumlah bahan yang dimakan, tetapi juga kotoran, rambut dan air kencingnya dapat merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri dan menimbulkan bau yang tidak enak

### 4. Pemanasan dan Pendinginan

Pemanasan dan pendinginan yang tidak diawasi dengan teliti dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan. Menurut basil penelitian, pada setiap

kenaikan  $10^{\circ}\text{C}$  dengan kisaran suhu  $10-38^{\circ}\text{C}$  kecepatan reaksi enzimatis maupun non-enzimatis akan bertambah dua kali lipat. Pemanasan yang berlebihan dapat menyebabkan denaturasi protein, pemecahan emulsi, menghancurkan vitamin dan degradasi lemak atau minyak.

Pembekuan yang dilakukan terhadap buah-buahan dan sayur-sayuran akan menyebabkan bahan tersebut mengalami *thawing* setelah dikeluarkan dari tempat pembekuan sehingga teksturnya menjadi lunak dan dapat menyebabkan kontaminasi oleh mikroba. Keadaan ini dapat juga terjadi pada bahan yang berbentuk cairan misalnya susu. Jika susu dibekukan maka emulsinya akan pecah dan lemaknya terpisah, protein terdenaturasi dan mengakibatkan penggumpalan.

Buah-buahan dan sayuran setelah dipanen membutuhkan suhu penyimpanan yang optimum. Suhu pendinginan sekitar  $4,5^{\circ}\text{C}$  dapat mencegah atau memperlambat proses pembusukan.

## 5. Kadar Air

Kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi RH udara di sekitarnya. Apabila kadar air bahan rendah sedangkan RH di sekitarnya tinggi, maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga kadar air bahan menjadi lebih tinggi.

Apabila suhu bahan lebih rendah (dingin) akan terjadi kondensasi udara pada permukaan bahan dan dapat merupakan media yang baik bagi perkembangbiakan bakteri atau pertumbuhan kapang. Kondensasi ini tidak selalu berasal luar bahan. Di dalam pengepakan, beberapa bahan pangan seperti buah-buahan dan sayuran dapat menghasilkan air dari respirasi dan transpirasi. Air ini dapat membantu pertumbuhan mikroba.

Bahan pangan kering juga dapat menghasilkan air misalnya jika suhu naik selama pengepakan, akibatnya kelembaban nisbi pada permukaan akan berubah. Uap air ini kemudian dapat berkondensasi pada permukaan bahan pangan, terutama jika suhu penyimpanan menurun.

## 6. Udara dan Oksigen

Udara dan oksigen selain dapat merusak vitamin terutama vitamin A dan C, warna bahan pangan, flavor dan kandungan lain, juga penting untuk pertumbuhan kapang. Pada umumnya kapang adalah aerobik, oleh karena itu sering ditemukan tumbuh di atas permukaan bahan pangan.

Oksigen dapat dikurangi jumlahnya dengan cara menghisap udara ke luar secara vakum atau penambahan gas inert selama pengolahan, mengganti udara dengan nitrogen (N) atau CO<sub>2</sub>, atau dengan menangkap molekul oksigen dengan pereaksi kimia. Pada bahan pangan yang mengandung lemak, oksigen dapat menyebabkan tengik.

## 7. Sinar (Cahaya)

Sinar dapat merusakkan beberapa vitamin terutama riboflavin, vitamin A dan vitamin C, juga dapat merusak warna pangan. Sebagai contoh, misalnya susu yang disimpan dalam botol yang tembus cahaya, flavor susu dapat berubah karena terjadinya oksidasi lemak dan perubahan protein yang dikatalis oleh sinar. Bahan-bahan yang sensitif terhadap sinar dapat dilindungi dengan cara pengepakan di dalam wadah (bahan) yang tidak tembus sinar.

## 8. Waktu Penyimpanan

Sesudah penyembelihan, pemanenan atau pengolahan terdapat saat di mana bahan pangan mempunyai mutu terbaik, tetapi hal ini hanya berlangsung sementara. Tergantung pada derajat kematangan waktu pemanenan, beberapa bahan pangan dapat menurun mutunya dalam satu atau dua hari, atau dalam beberapa jam setelah pemanenan atau pematangan.

Efek kerusakan oleh pertumbuhan mikroba, keaktifan enzim, kerusakan oleh serangga, pengaruh pemanasan atau pendinginan, kadar air, oksigen dan sinar, semuanya dipengaruhi oleh waktu.

Pada umumnya waktu yang lebih lama akan menyebabkan kerusakan bahan yang lebih besar, kecuali pada keju, minuman anggur dan lain-lainnya yang tidak rusak selama penyimpanan, pemeraman atau *aging*.



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apabila ditinjau dari penyebabnya, maka kerusakan bahan pangan dapat dibagi menjadi beberapa jenis. Sebutkan!
- 2) Sebutkan sebab-sebab terjadinya kerusakan biologis!
- 3) Apa yang disebut dengan kerusakan mekanis? Jelaskan!



- 4) Apa yang dimaksud dengan  $A_w$ ? Bagaimana rumus untuk menghitung  $A_w$ ?
- 5) Berdasarkan proses respirasinya, mikroba dapat digolongkan dalam berapa golongan, sebutkan!

*Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Ditinjau dari penyebabnya, kerusakan bahan makanan dapat dibagi menjadi 4 jenis, yaitu:
  - a. kerusakan mikro biologis
  - b. kerusakan fisik dan kimia
  - c. kerusakan biologis
  - d. kerusakan mekanis.
- 2) Pertanyaan nomor 2 sampai dengan 5 dapat dibaca pada uraian di depan.



## RANGKUMAN

---

Berdasarkan mudah/tidaknya terjadi kerusakan pada bahan pangan, maka bahan pangan dapat dibagi menjadi 3 golongan yaitu:

1. Bahan pangan yang tidak mudah rusak (*non-perishable*)
2. Bahan pangan yang agak mudah rusak (*semi perishable*)
3. Bahan pangan yang mudah rusak (*perishable*)

Apabila ditinjau dari penyebabnya, maka kerusakan bahan pangan dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Kerusakan mikrobiologis
2. Kerusakan biologis
3. Kerusakan fisik
4. Kerusakan kimiawi
5. Kerusakan mekanis

Kerusakan pangan dapat disebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut: pertumbuhan dan aktivitas mikroba terutama bakteri, kapang dan khamir; aktivitas enzim-enzim di dalam bahan pangan; serangga, parasit dan tikus; suhu termasuk pemanasan dan pendinginan; kadar air; udara termasuk oksigen; sinar dan waktu penyimpanan.

**TES FORMATIF 2**

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Berdasarkan kisaran suhu pertumbuhannya, bakteri yang hidup pada suhu pada suhu antara 20 – 45<sup>0</sup> C disebut bakteri ....
  - A. holofilik
  - B. mesofilik
  - C. psykoofilik
  - D. thermofilik
  
- 2) Keaktifan maksimum dari enzim pada umumnya terletak antara pH ....
  - A. 2 – 4
  - B. 4 – 6
  - C. 4 – 8
  - D. 6 – 8
  
- 3) Kerusakan pada buah yang dimakan serangga termasuk kerusakan ....
  - A. biologi
  - B. fisiologis
  - C. mekanis
  - D. mikrobiologis
  
- 4) Buah yang rusak karena terjatuh pada waktu dipetik termasuk dalam jenis kerusakan ....
  - A. biologis
  - B. mekanis
  - C. mikrobiologis
  - D. salah semua
  
- 5) Berdasarkan respirasinya mikrobiologi dapat digolongkan dalam ....
  - A. fakultatif dan mikro aerofilik
  - B. aerobik dan anaerobik
  - C. jawaban A dan B benar
  - D. jawaban A dan B salah
  
- 6) Pada biji-bijian dan buah-buahan kering, serangga dapat dicegah dengan cara fumigasi dengan menggunakan zat-zat kimia seperti ....
  - A. metil bromida
  - B. etilen oksida
  - C. propilen oksida
  - D. jawaban A, B dan C benar semua

- 7) Untuk hidupnya mikroba *aerofilik* membutuhkan ....
- A. sejumlah kecil O<sub>2</sub> bebas
  - B. sejumlah besar O<sub>2</sub> bebas
  - C. memerlukan molekul O<sub>2</sub>
  - D. tidak memerlukan O<sub>2</sub>
- 8) Kerusakan mekanis disebabkan oleh ....
- A. benturan antara bahan pangan dengan bahan pangan
  - B. benturan antara bahan pangan dengan wadah
  - C. jawaban A dan B benar
  - D. jawaban A, B dan C salah
- 9) Reaksi *Browning* dapat terjadi karena reaksi ....
- A. *enzimatis*
  - B. *non-enzimatis*
  - C. *semi enzimatis*
  - D. jawaban A dan B benar

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{9} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 3

## Tahap-tahap Proses Pengolahan Pangan

Penggunaan ilmu pengetahuan untuk kebutuhan manusia dinamakan teknologi, tetapi teknologi dapat pula didefinisikan sebagai cara melakukan sesuatu untuk memenuhi kebutuhan manusia dengan bantuan alat dan akal. Penggunaan ilmu pengetahuan untuk kebutuhan manusia dapat dilakukan dengan berbagai cara, atau dengan kata lain dapat menggunakan berbagai jenis teknologi. Jenis teknologi yang diterapkan pada bahan pangan disebut teknologi pangan.

Teknologi pangan adalah suatu ilmu terapan yang memanfaatkan ilmu kimia, biokimia, fisika, kimia fisika, serta sifat biologis bahan pangan. Sifat-sifat kimia bahan pangan meliputi:

1. komposisi protein, lemak, karbohidrat yang membentuk bahan makanan itu sendiri;
2. reaksi kimia yang terjadi apabila bahan diolah;
3. interaksi antara zat-zat yang terkandung dalam bahan pangan itu dengan zat kimia tambahan (= aditif) misalnya antibiotika, zat pewarna makanan, dan sebagainya.

Sifat biokimia banyak kaitannya dengan aktivitas enzimatis lepas panen bagi bahan pangan nabati atau lepas mortem bagi bahan pangan hewani, juga berkaitan dengan zat-zat kandungan bahan yang secara fisiologis aktif, misalnya vitamin dan zat gizi lain yang esensial bagi tanaman maupun hewan.

Sifat-sifat fisik bahan pangan meliputi warna, berat jenis, indeks refraksi, viskositas, tekstur dan berbagai konstanta panas. Sifat fisika kimia bahan pangan berkaitan erat dengan sifat-sifat suatu bentuk larutan, koloid, kristal yang terjadi di dalam makanan, baik secara alamiah maupun setelah proses pengolahan.

Sifat-sifat biologis dititikberatkan pada aktivitas mikro organisme seperti serangga, parasit serta mikroorganisme seperti bakteri, jamur atau kapang, ragi atau khamir, virus yang kemungkinan terdapat pada bahan pangan.

Proses pengolahan hasil pertanian (pangan maupun non-pangan yaitu suatu kegiatan atau proses untuk dapat mengubah suatu bahan mentah

menjadi bahan jadi/hasil olahan/produk, baik secara fisik maupun kimiawi dengan menggunakan dana, tenaga kerja, peralatan serta bahan pembantu sehingga dapat diperoleh suatu nilai yang lebih tinggi.

Pada umumnya tahapan-tahapan dalam suatu proses industri adalah sebagai berikut.

1. Proses awal.
2. Proses konversi.
3. Proses pengawetan.
4. Proses pengisian/pengemasan.
5. Proses *labelling*.
6. Proses penyimpanan.

Dengan mempelajari Kegiatan Belajar 3 mengenai Tahap-tahap Proses Pengolahan Pangan, maka Anda diharapkan dapat mengetahui enam proses yang seharusnya dilakukan dalam industri pangan.

## **A. PROSES AWAL**

Adalah penanganan terhadap bahan mentah, khususnya proses pemisahan, pada umumnya meliputi tahap-tahap/operasi:

1. pembersihan,
2. pemilihan (*sortasi*), dan
3. pengkelasan mutu (*grading*):
  - a. Pembersihan: yaitu pemisahan kontaminan dari bahan baku.
  - b. Pemilihan atau *sortasi*: Pemisahan bahan baku berdasarkan perbedaan sifat fisiknya seperti ukuran, bentuk dan warna.
  - c. Pengkelasan mutu atau *grading*: Pemisahan bahan baku berdasarkan kualitasnya.
  - d. Penyimpanan bahan baku.

Faktor-faktor penyebab kerusakan pada proses pengolahan pangan antara lain:

1. Teknik penanganan bahan mentah yang tidak sesuai/tepat.
2. Rancang bangun kontainer yang tidak tepat.
3. Kerusakan akibat jatuh (mekanis).
4. Kerusakan yang disebabkan oleh operator yang "kurang mampu" atau kurang ahli di bidangnya.

Penanganan bahan terdiri dari 5 unsur pokok, yaitu pergerakan, waktu, tempat, jumlah dan ruang.

Penanganan bahan yang efisien adalah pergerakan bahan dengan tingkat efisiensi yang tinggi pada waktu yang tepat, dari dan ke tempat yang benar, dalam jumlah yang sesuai dengan yang disyaratkan, serta dengan tingkat ekonomi ruang yang maksimum.

Teknik penanganan yang baik dapat memberi keuntungan seperti:

1. memanfaatkan peningkatan tenaga kerja, mesin dan ruang penyimpanan;
2. mengurangi bahan-bahan yang bersifat limbah;
3. meningkatkan daya kontrol dan rotasi stok (pemutaran bahan persediaan);
4. meningkatkan kondisi kerja dan mengurangi tingkat kelelahan operator.

Keuntungan-keuntungan tersebut akan menghasilkan tingkat produktivitas yang tinggi, peningkatan kualitas produk dan mengurangi ketidakhadiran tenaga kerja.

Tahap-tahap pada penanganan awal tersebut apabila ditinjau lebih mendalam adalah sebagai berikut.

## **1. Pembersihan**

Pembersihan dimaksudkan untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang mungkin terdapat pada bahan pangan, misalnya debu, pasir dan kontaminan lain. Jenis-jenis kontaminan dapat dibedakan atas:

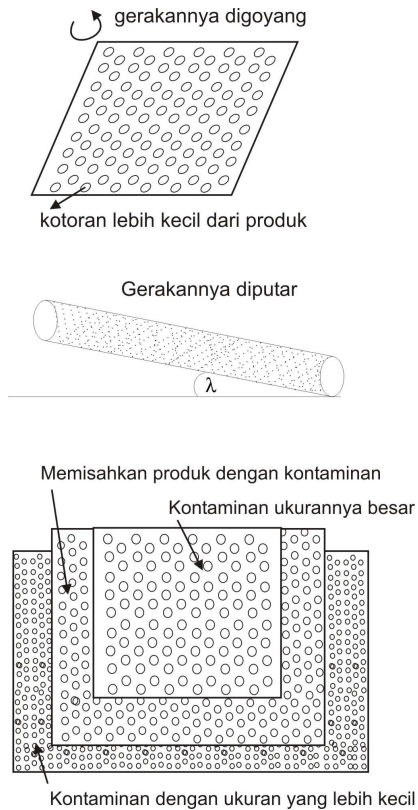
- a. mineral, misalnya batu, tanah, logam dan sebagainya;
- b. hewan, misalnya bulu rambut, kotoran, serangga;
- c. tanaman, misalnya batang, daun, dan kulit;
- d. bahan kimia, misalnya residu insektisida, residu pupuk;
- e. mikroba, misalnya mikroba beserta hasil metabolismenya.

Pembersihan dapat dilakukan dengan beberapa cara (metode yaitu metode kering dan metode basah).

Metode kering dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu penyaringan, penyaringan bertingkat, penghembusan dengan udara, pembersihan dengan cara penggosokan atau dengan magnet, misalnya produk dilewatkan pada conveyor yang bermagnet, maka kotoran-kotoran terutama yang berupa batuan atau logam akan menempel pada magnet tersebut.

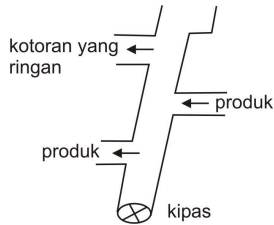
Metode basah dapat dilakukan dengan perendaman, perendaman dengan sistem rotasi, pencucian dengan cara *spray* juga dengan ultrasonik.

a. Metode kering



Gambar 1.3.  
Penyaringan bertahap

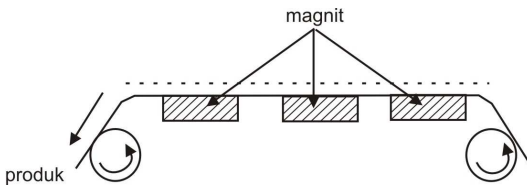
### Aspirasi - Penghembusan dengan udara



Gambar 1.4.  
Aspirasi penghembusan dengan udara

### Aspirasi

Dengan cara penggosokan magnet (yang akan menarik kontaminan)



Gambar 1.5.  
Aspirasi dengan cara penggosokan magnet

#### b. Metode basah

Pembersihan dengan cara basah

- Perendaman
  - tujuan: untuk melunakkan kotoran-kotoran yang menempel pada bahan, dengan alat pembantu yaitu pengaduk.
- Perendaman dengan sistem rotasi
- Pencucian dengan *spray* (penyemprotan)
  - Faktor-faktor yang mempengaruhi:
    - tekanan air;
    - volume;
    - suhu;
    - jarak: antara bahan dengan alas semakin dekat, bahan akan semakin rusak;



- pembersihan dengan metode ultrasonik, dengan menggunakan panjang gelombang tertentu.

## 2. Proses Pemilihan atau Sortasi

Pemilihan atau sortasi berperan penting dalam proses pengendalian efektivitas dari berbagai proses pengolahan pangan. Bahan pangan yang telah disortir mempunyai beberapa ketentuan (syarat) yang diinginkan seperti:

- a. Bahan pangan tersebut telah disesuaikan dengan sistem operasi mekanis, seperti operasi pengelupasan kulit bahan (*peeling*), pemucatan (*blanching*), membuang bagian tengah yang keras (*caring*) dan operasi penghilangan biji (*pitting*).
- b. Bahan pangan hasil sortir sangat penting, terutama dalam proses di mana keseragaman pindah panas merupakan hal yang kritis misalnya dalam proses pasteurisasi atau sterilisasi dan dalam proses dehidrasi dan pembekuan.
- c. Bahan pangan hasil sortasi merupakan pengontrol yang baik terhadap berat dari bahan pangan yang dimasukkan dalam kontainer standar, untuk kemudian dilakukan proses penjualan. Dalam penggunaannya oleh konsumen, produk hasil sortasi lebih menarik. Hal ini terjadi karena keseragaman ukuran produk hasil sortir lebih menguntungkan, karena proses pengemasan bahan menjadi lebih mudah dan cepat.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan (pensortiran) adalah:

- a. Sortasi berdasarkan berat

Potongan daging, fillet ikan, dan bahan-bahan lain yang dijual berdasarkan beratnya, dapat ditimbang secara manual atau lebih umum ditimbang dengan menggunakan alat penghitung berskala. Buah-buahan seperti apel, mangga, semangka, telur, dan juga ayam sering kali disortir berdasarkan beratnya. Proses ini dapat dilakukan dengan cara proses *aspirasi* dan *filtrasi*. Proses aspirasi dan filtrasi dapat digunakan untuk memisahkan bahan pangan seperti kacang-kacangan, biji-bijian dan tanaman polong ke dalam kelas-kelas berdasarkan beratnya.

Ada juga yang dipisahkan dengan cara *flotasi*, yaitu pemisahan berdasarkan perbedaan densitas, atau daya apung antara bahan yang diharapkan dengan bahan yang tidak diinginkan dari bahan yang dibersihkan.

Misalnya buah apel yang busuk atau beban yang tenggelam dalam air, bisa dikeluarkan dengan menyalurkan buah dalam sebuah tangki, untuk selanjutnya buah yang baik dikumpulkan dalam wadah yang lain.

b. Sortasi berdasarkan ukuran

Pengayak, penyaringan, (*screen*) dengan berbagai disain telah digunakan secara luas pada pemisahan bahan pangan berdasarkan ukuran utamanya, (misalnya untuk tepung), tetapi pengayak juga digunakan untuk sebagai alat pembersih, memisah kontaminan yang berbeda ukurannya dari bahan baku.

Penyaringan dengan cara ini ada 2 macam yaitu penyaring dengan lubang tetap atau penyaring dengan celah yang berubah-ubah. Penyaringan dengan lubang tetap misalnya dengan Pengayak Berbadan Datar (*Flat Bed Screen*), Pengayak Drum, Alat Pengayak Drum susunan seri dan paralel, dan lain-lain.

Penyaring dengan celah yang berubah-ubah misalnya dengan:

- 1) pengayak *sortasi* dengan variabel celah dan sistem kontinu, misalnya belt;
- 2) pengayak *sortasi* dengan variabel celah dan sistem tahap per tahap.

c. Sortasi berdasarkan bentuk

Pada beberapa bahan pangan, dengan perlakuan pembersihan yang diikuti dengan proses sortasi yang berdasarkan ukuran dan berat, masih tetap ditemukan bahan-bahan yang tidak diinginkan yang terkandung pada bahan tersebut. Sebagai contoh pada proses pembersihan dan sortasi gandum, masih tetap terkandung benih rumput yang berat dan ukurannya sama dengan gandum. Dalam keadaan ini sangat memungkinkan untuk memisahkan bahan berdasarkan bentuk, sebagai contoh adalah kombinasi dari panjang dan diameter.

d. Sortasi berdasarkan warna

Proses sortasi dapat dilakukan dengan alat indra penglihatan (mata). Operator yang terlatih membagi bahan pangan yang terlewat di depan mereka ke dalam kelompok (kelas-kelas) tertentu. Perbandingan dilakukan dengan menyediakan warna yang tetap (tertentu) untuk pembanding (misalnya buah tomat dan *cherries*).

### 3. Proses Pengkelasan Mutu (Grading)

Tingkat kualitas mempunyai arti yang berbeda untuk komoditi yang berbeda maupun untuk budaya/adat yang berbeda. Sebagai contoh permintaan kualitas tepung yang berbeda, tergantung pada pemakaian yang bersifat domestik atau industri seperti pada produk roti, biskuit ataupun kue. Sering kali standar kualitas terdapat secara legal (misalnya untuk mentega, susu dan keju), sementara itu untuk bahan pangan lain standar kualitas dikemukakan dalam kode-kode praktis atau berdasarkan spesifikasi (persyaratan konsumen).

Untuk pengkelasan mutu (*grading*) berlaku juga faktor-faktor seperti yang telah dibahas dalam pemilihan (*sortasi*) yaitu berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk, dan warna.

Untuk menentukan kualitas, penelitian terhadap suatu faktor saja tidak akan mencukupi dan sangat jarang dilakukan. Itulah sebabnya diadakan perbedaan antara pemisahan dengan basis sifat tunggal yang kemudian disebut *sorting* dan pemisahan berdasarkan bermacam-macam sifat yang kemudian disebut *grading*.

#### a. Faktor-faktor *grading*

Secara umum bahan pangan yang akan ditentukan kualitasnya dapat dikelompokkan berdasarkan:

- 1) Ukuran dan bentuk.
- 2) Kedewasaan/kematangan: kesegaran telur, kemasakan/kematangan buah, lama simpan daging.
- 3) Tekstur: keremahan dalam roti dan kue, kegarangan (kering dan segar) pada daun seledri dan apel, kekentalan dari krim.
- 4) Flavor dan aroma.
- 5) Kegunaan: sebagai contoh keserasian bahan pangan untuk penggunaan akhir, misalnya sifat penggilingan dan sifat pengembangan tepung, sifat pengalengan dan pembekuan buah-buahan dan sayur-sayuran.
- 6) Keadaan bebas dari cacat : kekeruhan pada kuning telur, noda darah atau keretakan kulit pada telur, kelembaman pada buah, lubang akibat adanya serangga pada biji kopi.
- 7) Warna.
- 8) Keadaan bebas dari kontaminan: bulu tikus dan potongan serangga dalam tepung; tanah dan residu obat; mikroorganisme dan produknya dalam daging.

- 9) Keadaan bebas dari bagian yang tidak diinginkan dari bahan mentah tulang dalam daging; daun atau kulit pada kacang polong dan buncis; batang/tangkai atau batu pada buah.

#### 4. Penyimpanan Bahan Dasar

Bahan dasar sebelum diolah perlu disimpan dengan baik, agar kualitasnya tidak berkurang.

### B. PROSES KONVERSI

Proses konversi yaitu mengubah bentuk bahan yang satu menjadi bentuk bahan yang lain, antara lain dengan cara-cara:

#### 1. Penghancuran/Pengecilan Ukuran

Bahan mentah dengan ukuran yang besar dipotong-potong sehingga berukuran lebih kecil, misalnya batang tebu dipotong-potong menjadi lebih kecil agar lebih mudah digiling/dipres. Contoh lain misalnya untuk pembuatan jus tomat, sebelum diblender tomat dipotong-potong agar bentuknya lebih kecil dan lebih tipis sehingga lebih mudah untuk diblender.

Pengecilan ukuran dapat dibedakan menjadi pengecilan yang ekstrem (penggilingan) dan pengecilan ukuran yang relatif masih berukuran besar, misalnya pemotongan menjadi bentuk-bentuk yang khusus. Pengecilan ukuran dapat dilakukan secara basah maupun kering.

Keuntungan-keuntungan pada penggilingan basah antara lain bahan menjadi sangat lembut, berlangsung pada suhu yang tidak terlalu tinggi dan sedikit kemungkinan terjadi oksidasi/ledakan.

Tujuan proses pengecilan ukuran adalah sebagai berikut.

- a. *Memperbesar luas permukaan bahan.* Luas permukaan yang lebih besar dapat membantu kelancaran beberapa proses seperti:
  - 1) membantu ekstraksi suatu senyawa dengan cara memperluas kontak permukaan bahan dengan pelarut.
  - 2) mempercepat waktu pengeringan bahan.
  - 3) mempercepat proses pemasakan, blansir dan lain-lain.
- b. *Meningkatkan efisiensi proses pengadukan.*
- c. *Untuk memenuhi ukuran standar produk tertentu,* misalnya untuk ukuran tepung sekian mesh, ukuran gula pasir, atau ukuran *nata de coco* dengan ukuran kubus tertentu, misalnya  $1 \times 1 \times 1$  cm.

Peralatan untuk pengecilan ukuran misalnya *crushing rolls*, penggiling palu (*hammermill*), penggiling cakram tunggal/ganda, penggiling gulingan (*tumbling mills*) dan Pemotong.

## 2. Pembesaran Ukuran

Misalnya pada pembuatan kue anak-anak seperti chiki, dengan cara ekstrusi, bentuk akan menjadi lebih besar.

## 3. Pemisahan

Pemisahan secara mekanis dapat dilakukan dengan penyaringan ataupun sedimentasi. Sedangkan pemisahan secara fisik dapat dilakukan dengan cara penguapan (evaporasi), kristalisasi, dan destilasi.

## 4. Pencampuran

Proses pencampuran dimaksudkan untuk membuat suatu bentuk yang seragam dari beberapa konstituen, baik cair-padat (pasta), padat-padat dan kadang-kadang cair-gas.

Berbagai proses pencampuran harus dilakukan dalam industri pangan seperti pencampuran susu dengan cokelat, vitamin, mineral dan lain-lain. Pada pembuatan susu bubuk bayi, setelah dihasilkan susu bubuk dengan memakai alat *spray drier*, masih harus diperkaya supaya nilai gizinya memenuhi syarat, maka susu bubuk tersebut masih harus dicampur dengan pasir bubuk, dan vitamin yang diperlukan bayi seperti vitamin A, C, D, B dan sebagainya.

## 5. Homogenisasi dan Emulsifikasi

Homogenisasi adalah operasi ganda penurunan ukuran partikel dari fase terdispersi dan sekaligus mendistribusikannya secara seragam ke dalam fase kontinu.

Supaya susu tetap stabil (tidak terpecah) maka globula lemak yang berukuran tidak sama harus dipecah, sehingga diameter globula lemak menjadi lebih kecil dan seragam ukurannya, sehingga menjadi stabil. Cara pemecahan globula lemak tersebut dengan alat homogenizer, lemak tersebut dilakukan pada lubang sangat kecil dengan tekanan tinggi sehingga ukuran partikel globula lemak menjadi lebih kecil dan seragam.

*Type homogenizer* yaitu:

- a. *high pressure homogenizer*,
- b. *rotor-stator homogenizer*,
- c. *ultra sonic homogenizer*.

Emulsifikasi adalah proses pembentukan suatu campuran yang berasal dari 2 (dua) fase yang berbeda. Umumnya ditambah komponen lain yang berupa emulsifier untuk mempertahankan stabilitas emulsi.

Ada 2 (dua) jenis emulsi bahan pangan yaitu emulsi air dalam minyak dan emulsi minyak dalam air. Emulsifier bekerja dengan jalan menurunkan tegangan permukaan antara 2 (dua) fase, dan dengan demikian mendispersikan aglomerat yang kemungkinan terbentuk hingga menimbulkan efek homogenisasi yang lebih baik.

### **C. PROSES PENGAWETAN**

Proses yang terpenting pada pengolahan hasil pertanian yaitu *pengawetan*. Meskipun suatu bahan mentah hasil pertanian telah diolah menjadi bentuk baru, produk yang baru, tetapi apabila tidak disertai dengan adanya proses pengawetan, maka produk tersebut akan cepat rusak bahkan dapat menjadi busuk.

Adapun perlakuan-perlakuan yang penting untuk mengawetkan bahan pangan antara lain dengan pemanasan, pendinginan, pengeringan, pengasapan, radiasi atau dengan penambahan senyawa kimia, asam, gula maupun garam.

Beberapa di antaranya dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan, oleh karena itu harus digunakan dalam batas-batas tertentu. Misalnya panas yang digunakan harus tepat, yaitu dapat membunuh mikroba tetapi tidak boleh menurunkan nilai gizi dan cita rasa bahan pangan tersebut. Penjelasan lebih lanjut dapat Anda ikuti pada modul berikutnya.

### **D. PROSES PENGISIAN, PENGEMASAN, PEMBERIAN LABEL**

Bahan produk hasil pengolahan harus diisikan ke dalam wadah dan dikemas dengan steril agar tahan lama dalam penyimpanan.

Setelah dikemas harus diberi label agar menjadi jelas. Di dalam pengemasan bahan pangan terdapat 2 macam wadah yaitu wadah utama,

wadah yang langsung berhubungan dengan produk pangan, dan wadah kedua yaitu wadah yang tidak langsung berhubungan (kontak) dengan produk pangan.

Sebagai contoh wadah utama misalnya kaleng, botol, plastik atau kertas, sedangkan wadah kedua misalnya kotak kayu, kotak dari kardus/karton dan sebagainya.

Wadah utama harus bersifat tidak beracun dan inert sehingga tidak menyebabkan terjadinya reaksi kimia, sehingga menyebabkan perubahan warna, cita rasa dan perubahan-perubahan lainnya.

## E. PROSES PENYIMPANAN

Syarat penyimpanan yang terutama adalah sebaiknya di dalam ruang yang kering, sirkulasi udara baik, dan terang.

Penjelasan mengenai proses pengawetan, pengemasan, *labelling* dan penyimpanan akan dijelaskan pada modul selanjutnya. Setelah Anda mempelajari uraian di atas, maka cobalah Anda menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut ini. Sebaiknya Anda diskusikan dahulu dengan kelompok Anda/teman sekuliah lainnya.



### LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Tujuan pengolahan bahan pangan antara lain memperpanjang masa simpan (daya awet). Jelaskanlah bahwa "daya awet" suatu sistem pengolahan bersifat antagonis dengan "kerusakan"!
- 2) Proses awal dapat dibagi dalam 3 tahap. Sebutkan!
- 3) Apa yang dimaksud dengan Teknologi Hasil Pertanian? Jelaskan!
- 4) Ada berapa macam metode pembersihan untuk bahan pangan? Jelaskan!
- 5) Apakah perbedaan antara "Pemilihan (Sorting)" dan "Pengkelasan Mutu (*Grading*)"? Jelaskan!
- 6) Pada pengolahan pangan, teknik penanganan bahan penting sekali. Dapatkah Anda menjelaskan apakah keuntungan teknik penanganan yang baik tersebut?
- 7) Apakah tujuan proses pengecilan ukuran?

- 8) Penanganan bahan terdiri dari 5 elemen. Sebutkan!
- 9) Sebutkan keuntungan-keuntungan pada pemakaian teknik penanganan yang baik!
- 10) Sebutkan jenis-jenis kontaminan pada bahan pangan, dan berikan pula contoh-contohnya!

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Tujuan pengolahan bahan pangan adalah untuk mengubah bahan baku (dasar) menjadi produk yang kita kehendaki, disertai dengan pengawetan untuk memperpanjang masa simpan produk tersebut. Dengan kata lain kita menghindari terjadinya kerusakan bahan pangan dengan cara mengolahnya menjadi bahan lain disertai dengan proses pengawetannya. Maka jelaslah bahwa daya awet adalah berlawanan dengan kerusakan.
- 2) Jawaban pertanyaan nomor 2 sampai dengan 10 dapat dibaca pada uraian di depan.



## RANGKUMAN

---

Pengertian teknologi adalah penggunaan ilmu pengetahuan untuk kebutuhan manusia tetapi dapat pula dikatakan teknologi adalah cara melakukan sesuatu untuk memenuhi kebutuhan manusia dengan bantuan alat dan akal (*hardware* dan *software*).

Jenis teknologi yang diterapkan pada bahan pangan disebut teknologi pangan. Teknologi pangan adalah suatu ilmu terapan yang memanfaatkan ilmu kimia, biokimia, fisika, kimia fisika, serta sifat biologis bahan pangan.

Pengolahan hasil pertanian yaitu suatu proses mengubah bahan dasar menjadi bahan jadi yang kita kehendaki, baik secara fisik maupun kimiawi dengan menggunakan dana, tenaga kerja, peralatan serta bahan pembantu secara efisien hingga menghasilkan produk yang optimal, kualitas baik dan keuntungan optimal.

Pada umumnya tahapan-tahapan proses pengolahan pangan atau industri pada umumnya melalui tahapan sebagai berikut:

1. Proses awal, proses konversi, proses pengawetan, proses pengisian, pengemasan, *labelling* dan penyimpanan.
2. Proses awal meliputi pembersihan, pemilihan sortasi dan pengkelasan mutu (*grading*).



3. Proses konversi meliputi pengecilan/pembesaran ukuran, pemisahan, homogenisasi, emulsifikasi, dan pencampuran.
4. Proses pengawetan yaitu pengolahan suhu tinggi, suhu rendah, pengeringan, pengolahan dengan penambahan garam, asam, gula dan bahan kimia. Untuk kemudian dilanjutkan dengan pengisian, pemberian label, pengemasan dan terakhir penyimpanan dengan cara tertentu dan khas sesuai dengan sifat bahan dasarnya.



### TES FORMATIF 3

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Proses awal dapat dibagi dalam 3 tahap yaitu ....
  - A. pembersihan, pemilihan berdasarkan berat dan ukuran
  - B. pembersihan, pemilihan, dan pengkelasan mutu
  - C. pembersihan, pemilihan dan perendaman
  - D. jawaban A, B dan C salah semua
- 2) Yang termasuk dalam proses konversi yaitu pengecilan ukuran ....
  - A. pemisahan mekanis dan pemanasan
  - B. pemisahan fisik, dan emulsifikasi
  - C. emulsifikasi dan pencampuran
  - D. pengayakan, dan emulsifikasi
- 3) Batu, tanah dan logam termasuk kontaminan jenis ....
  - A. batuan
  - B. hewan
  - C. mineral
  - D. tanaman
- 4) Pengayakan termasuk sortasi berdasarkan ....
  - A. ukuran
  - B. berat
  - C. warna
  - D. betul semua
- 5) Di bawah ini adalah contoh-contoh proses pengawetan, *kecuali* ....
  - A. pengolahan dengan suhu tinggi, pemisahan mekanis, pengeringan
  - B. pengolahan dengan suhu tinggi, rendah dan pengeringan
  - C. pengolahan dengan suhu tinggi, radiasi dan pengeringan
  - D. pengolahan dengan suhu tinggi, rendah dan penggaraman

- 6) Proses pencucian dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut, *kecuali* ....
- A. metode basah
  - B. metode kering
  - C. dengan magnet
  - D. jawaban A, B, dan C benar semua
- 7) Proses pengawetan dapat dilakukan dengan cara penambahan ....
- A. garam, asam dan gula
  - B. garam, asam dan bahan kimia
  - C. garam, asam dan radiasi
  - D. jawaban A, B, dan C betul semua

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{7} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
80 - 89% = baik  
70 - 79% = cukup  
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

## Kunci Jawaban Tes Formatif

### *Tes Formatif 1*

- 1) B
- 2) C
- 3) D
- 4) A
- 5) B
- 6) D
- 7) C
- 8) D

### *Tes Formatif 2*

- 1) B
- 2) C
- 3) A
- 4) B
- 5) C
- 6) D
- 7) B
- 8) C
- 9) D

### *Tes Formatif 3*

- 1) B
- 2) A
- 3) C
- 4) A
- 5) A
- 6) D
- 7) C

## Daftar Pustaka

- Aman Wirakartakusumah, Subarna, Muhammad Arpah, Dahrul Syah dan Siti Isyana Budiwati. (1992). *Peralatan dan Unit Proses Industri Pangan*. Bogor: P.A.U. Pangan dan Gizi I.P.B.
- Desrosier, N.W. (1963). *The Technology of Food Preservation*. West Port. Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc.
- Fennema O.O. (ed). (1976). *Principle of Food Science*. NewYork: Marcel Dekker Inc.
- Potter N. N. (1968). *Food Science*. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company. Inc
- Tien R. Muchtadi. (1989). *Petunjuk Laboratorium Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Jakarta: Departemen Pendidikan Kebudayaan.
- Winarno, F.G., Srikandi Fardiaz, dan Dedi Fardiaz. (1980). *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: Gramedia.
- Winarno, F.G dan Muhammad Aman. (1981). *Fisiologi Lepas Panen*. Jakarta: Sastra Hudaya.
- Winarno, F.G. (1986). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia.
- Winarno, F.G. (1993). *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

[Kembali Ke Daftar Isi](#)