

Jenis dan Varietas Hortikultura

Prof. Dr. Ir. Tien R. Muchtadi, M.S.



PENDAHULUAN

Modul ini membahas berbagai macam varietas dari sayur-sayuran dan buah-buahan yang dapat digolongkan dengan beberapa cara. Pembahasan dalam modul ini juga mencakup kerusakan bahan pangan dan faktor-faktor penyebabnya. Hal ini akan lebih mudah dimengerti jika Anda sudah memahami komponen dan struktur sayur-sayuran dan buah-buahan yang dijelaskan pada bagian awal modul ini. Pengetahuan mengenai komponen dan struktur ini sangat penting agar Anda dapat mengembangkan cara mengatasi kerusakan bahan pangan. Beberapa pembahasan yang tercakup dalam modul ini sebagai berikut:

1. penggolongan sayur-sayuran dan buah-buahan;
2. komponen penyusun serta struktur sayur-sayuran dan buah-buahan;
3. kerusakan bahan pangan dan faktor penyebabnya.

Secara khusus, hal ini agar Anda dapat mengetahui penggolongan sayur-sayuran dan buah-buahan secara sistematis serta mengetahui cara menghindari kerusakan bahan pangan.

Hortikultura adalah istilah yang berasal dari bahasa Latin, yaitu *hortus* (kebun) dan *cultura* (pembudidayaan). Hortikultura dapat didefinisikan sebagai ilmu pertanian yang berhubungan dengan produksi, pemanfaatan, pengembangan sayur-sayuran, buah-buahan, dan tanaman hias. Akan tetapi, dalam tulisan ini, hanya dibahas dua jenis tanaman hortikultura, yaitu sayuran dan buah-buahan.

KEGIATAN BELAJAR 1**Tanaman Hortikultura Jenis Sayuran****A. KOMPONEN PENYUSUN SAYURAN**

Sayuran adalah tanaman hortikultura yang pada umumnya mempunyai umur yang relatif pendek, yaitu kurang dari setahun, dan pada umumnya bukan tanaman musiman. Contoh dari beberapa sayuran yang dapat dilihat sehari-hari adalah kubis, wortel, kentang, buncis, daun sawi, petsai, kangkung, bayam, daun pegagan, daun katuk, daun pakis, daun talas, buah nangka muda, buah daun pepaya, buah pepaya muda, berbagai jenis buah labu dan daun mudanya, dan sebagainya. Beberapa macam tanaman bumbu-bumbuan, seperti tomat, asam jawa, asam kandis, kluek, kelapa, belimbing wuluh, cabe, bawang, daun bawang, kunyit, daun kunyit, daun salam, jahe, laos, kencur, temu kunci, honje, daun ketumbar, daun pandan, daun kari, daun serih, daun kesum, daun seledri, dan sebagainya, juga biasa dimasukkan ke dalam golongan sayuran.

Komposisi setiap macam sayuran berbeda-beda dan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu perbedaan varietas, keadaan cuaca tempat tumbuh, pemeliharaan tanaman, cara pemanenan, tingkat kematangan pada waktu pemanenan, dan kondisi penyimpanan. Sayuran pada umumnya mempunyai kadar air yang tinggi, yaitu sekitar 70—95%, tetapi rendah dalam kadar lemak dan protein, kecuali beberapa sayuran hijau, misalnya daun ketela pohon (singkong) dan daun pepaya yang mempunyai kadar protein agak tinggi, yaitu 5,7—5,9%.

Karbohidrat di dalam sayuran sebagian besar terdapat dalam bentuk selulosa yang tidak dapat dicerna oleh tubuh manusia. Oleh karena itu, sayuran kurang baik digunakan sebagai sumber karbohidrat di dalam makanan kita.

Kandungan air, protein, lemak, dan karbohidrat dari beberapa sayuran dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1
Kandungan Air, Protein, Lemak, dan Karbohidrat dari Beberapa Macam Sayuran (% Berat Basah)

Macam Sayuran	Air %	Protein %	Lemak %	Karbohidrat %
Bayam	86.9	3.5	0.5	6.5
Cabe Merah Segar	90.9	1.0	0.3	7.3
Cabe Rawit	71.2	4.7	2.4	19.9
Daun Pepaya	75.4	8.0	2.0	11.9
Daun Ketela Pohon	77.2	6.8	1.2	13.0
Jagung Muda	63.5	4.1	1.3	30.3
Jamur Kuping Segar	93.7	3.8	0.6	0.9
Taoge Kacang Ijo	92.4	2.9	0.2	4.1
Taoge Kacang Kedelai	81.0	9.0	2.6	6.4

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1972)

1. Mineral dan Vitamin

Sayuran pada umumnya merupakan sumber vitamin yang penting, terutama vitamin A, misalnya yang banyak terdapat pada wortel dan vitamin C yang banyak terdapat pada tomat. Di samping itu, sayuran juga mengandung vitamin-vitamin yang lain termasuk vitamin B1 (thiamin) serta beberapa mineral seperti kalsium (Ca) dan besi (Fe). Kandungan mineral dan vitamin pada sayuran dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2
Kandungan Mineral dan Vitamin dari Beberapa Macam Sayuran (Per 100 Gram)

Macam Sayur	Kalsium (mg)	Besi (mg)	Vit. A (mg)	Vit. B1 (mg)	Vit. C (mg)
Bayam	267	3.9	6.090	0.80	80
Daun Katuk	204	2.7	10.370	0.10	239
Daun Kelor	440	7.0	11.300	0.21	220
Daun Ketela	165	2.0	11.000	0.12	275
Pohon	353	0.8	18.250	0.15	140
Daun Pepaya	220	2.9	6.460	0.09	102
Sawi	5	0.5	1.500	0.06	40
Tomat (Matang)	39	0.8	12.000	0.06	6
Wortel					

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1972)

2. Pigmen

Warna sayur-sayuran terutama disebabkan oleh kandungan zat warna di dalamnya yang disebut pigmen dan terdiri atas klorofil, karotenoid, serta grup flavonoid yang terdiri atas antosianin, antoxantin, dan tanin.

a. Klorofil

Sayur-sayuran terutama yang berwarna hijau mengandung banyak klorofil. Klorofil terdapat dalam organ sel yang disebut *khloroplast*. Di dalam tanaman, klorofil terdapat dalam bentuk ikatan kompleks dengan molekul protein dan lemak. Jika sayuran yang mengandung klorofil dipanaskan atau direbus, protein dari senyawa kompleks tersebut akan mengalami denaturasi sehingga klorofil akan larut dalam air. Akibatnya, warna bahan yang semula hijau akan berubah menjadi hijau pucat, sedangkan warna air perebusnya menjadi hijau.

Klorofil yang bebas ini sangat tidak stabil dan ion Mg yang terdapat di dalamnya dengan mudah dapat diganti oleh ion H. Akibatnya, klorofil yang semula hijau berubah menjadi pheophytin yang berwarna hijau cokelat. Contoh yang kita lihat sehari-hari adalah perebusan bayam atau kangkung. Warna cokelat dari klorofil tersebut juga dapat disebabkan oleh reaksi antara klorofil dan asam sehingga berubah menjadi pheophytin yang berwarna cokelat.

Untuk mempertahankan warna hijau dari beberapa sayuran selama pemasakan, biasanya dapat dilakukan dengan cara menambahkan larutan alkali, misalnya NaOH atau KOH sampai pH larutan naik menjadi pH 8 atau lebih sehingga tidak terbentuk pheophytin yang berwarna cokelat. Akan tetapi, cara ini mempunyai kekurangan karena selulosa yang terdapat di dalam sayuran tersebut akan terdegradasi oleh alkali sehingga menyebabkan tekstur sayuran menjadi lunak atau hancur. Di samping itu, vitamin C dan B1 (thiamin) juga akan rusak oleh pemasakan pada pH yang tinggi.

Pada umumnya, warna hijau dari sayuran digunakan sebagai indeks kesegaran karena setelah pemanenan klorofil yang mula-mula dominan akan terdegradasi. Namun, ternyata hal ini tidak berlaku untuk semua jenis sayuran, misalnya pada wortel, tomat, dan kentang. Misalnya, kentang pada waktu dipanen seharusnya kentang tidak mengandung klorofil. Akan tetapi, apabila kentang disimpan di dalam ruangan yang banyak menerima sinar, klorofil akan terbentuk kembali dan warna kentang menjadi hijau. Warna hijau dari klorofil

tersebut mungkin tidak berbahaya, tetapi biasanya kentang yang berwarna hijau dianggap racun. Racun yang sering terdapat di dalam kentang adalah solanin yang rasanya sangat pahit. Racun ini mempunyai sifat yang sangat stabil dan sukar untuk dihilangkan. Pada umumnya, semua faktor yang dapat menstimulasi sintesis klorofil juga dapat menstimulasi sintesis solanin. Oleh karena itu, terjadinya warna hijau pada kentang sebaiknya dihindari.

b. Karotenoid

Pigmen yang termasuk dalam grup karotenoid berwarna kuning, oranye sampai merah, serta mempunyai sifat larut di dalam lemak dan pelarut organik. Beberapa karotenoid yang penting dan terdapat di dalam sayur-sayuran sebagai berikut.

- 1) Karoten yang berwarna oranye terdapat di dalam wortel dan jagung.
- 2) Likopen yang berwarna merah terdapat di dalam tomat.
- 3) Xantofil yang berwarna kuning oranye terdapat di dalam jagung.
- 4) Krokotin yang juga berwarna kuning oranye terdapat di dalam kunyit.

Kandungan karotenoid di dalam sayuran berhubungan erat dengan kandungan vitamin A di dalamnya. Sebagai contoh, β -karoten yang banyak terdapat di dalam wortel dan labu kuning adalah prekursor vitamin A (provitamin A) yang penting karena setiap molekul β -karoten di dalam tubuh manusia dan hewan dapat diubah menjadi dua molekul vitamin A. Beberapa

karotenoid lainnya, seperti α -karoten, γ -karoten, dan kriptoxantin, juga merupakan provitamin A. Akan tetapi, dari satu molekul karotenoid tersebut, hanya dapat dihasilkan satu molekul vitamin A.

Karotenoid pada tanaman terdapat di dalam khromoplast atau kadang-kadang terdapat bersama-sama dengan klorofil di dalam kloroplast. Karotenoid tahan terhadap panas dan perubahan pH, tetapi sangat peka terhadap oksidasi. Oksidasi karotenoid dapat menyebabkan perubahan warnanya dan menyebabkan penurunan aktivitas vitamin A.

c. Flavonoid

Flavonoid adalah pigmen yang berwarna merah, kuning, biru, dan ungu. Flavonoid terdiri atas antosianin, antoxantin, dan tanin.

Antosianin adalah pigmen berwarna ungu, biru, atau merah dan terdapat di dalam bit. Antosianin larut di dalam air sehingga sering kali merupakan masalah di dalam pengolahan sayur-sayuran. Sebagai contoh, pada perebusan bit yang dikupas dan dipotong-potong, air rebusan akan berwarna ungu. Akan tetapi, apabila perebusan dilakukan terhadap bit yang belum dikupas, warna bit tidak akan keluar karena dinding selnya masih utuh.

Antoxantin adalah pigmen yang berwarna kuning atau putih dan biasanya terdapat di dalam sayur-sayuran yang berwarna putih, misalnya kentang atau bawang. Antoxantin sangat peka terhadap perubahan pH. Sebagai contoh, jika kentang atau bawang putih direbus di dalam larutan dengan pH 8 atau lebih, warna bahan tersebut akan berubah menjadi kuning karena terbentuknya senyawa khalkon. Namun, jika di dalam larutan dengan pH 6 atau kurang, warnanya akan lebih putih atau tidak berwarna.

Tanin adalah pigmen yang tidak berwarna dan terdiri atas kathekin dan leukoantosianin. Tanin tidak banyak terdapat di dalam sayur-sayuran, tetapi banyak terdapat di dalam buah-buahan, misalnya pada salak, apel, anggur, dan sebagainya.

3. Kandungan Lain-Lain

Selain zat-zat yang disebutkan, sayur-sayuran juga mengandung komponen-komponen lainnya, seperti pati, gula, pektin, asam-asam organik, gum, asam-asam amino, enzim-enzim, dan zat-zat pembentuk aroma, misalnya ester, alkohol, asetat, hidrokarbon, senyawa-senyawa aromatik, dan sebagainya. Enzim-enzim yang terdapat di dalam sayuran, di samping penting dalam reaksi metabolisme tanaman juga penting dalam beberapa reaksi kimia, misalnya reaksi *browning* yang dapat menyebabkan perubahan warna menjadi cokelat atau kehitaman.

B. STRUKTUR SAYURAN

Struktur sayur-sayuran dibagi menjadi sistem jaringan: sistem jaringan kulit atau selubung, pelindung luar, sistem dasar atau fundamental dan sistem pembuluh, atau pengangkut. Sistem jaringan kulit yang diwakili oleh epidermis merupakan lapisan pelindung luar tanaman. Pengaturan permulaan berbagai proses fisika dan fisikokimiawi pada sayur-sayuran yang telah dipanen bergantung pada sifat lapisan-lapisan epidermis. Pertukaran gas,

kehilangan air, patogen-patogen, peresapan bahan-bahan kimia, ketahanan terhadap tekanan suhu, kerusakan mekanis, penguapan senyawa-senyawa atsiri, dan perubahan-perubahan tekstural, semuanya dimulai dari permukaan sayuran.

1. Sistem Jaringan Kulit

Sistem jaringan kulit ini terdiri atas sel-sel epidermal, membran kutikula, mulut kulit (stoma), dan lentisel.

a. Sel-sel epidermal

Sel-sel ini mempunyai bentuk yang beraneka ragam, dari yang seragam seperti buluh sampai bentuk poligonal tidak beraturan. Bentuk-bentuknya tergantung pada letak sel-sel itu dalam organ tanaman, misalnya sel-sel memanjang dalam batang, tangkai daun, dan sebagainya. Pada umumnya, sel-sel epidermal lebih kecil dan mempunyai dinding yang tebal daripada sel-sel di bawahnya. Sel-sel ini tersusun rapat, kecuali di daerah stomata atau lentisel yang merupakan pemutusan dalam kesinambungan sel-sel epidermal.

b. Membran kutikula

Suatu ciri penting pada sel-sel epidermis adalah terdapatnya kutikula. Penguapan air serta masuknya patogen-patogen dan zat-zat kimia dipengaruhi oleh derajat pembentukan kutikula pada epidermis. Membran kutikula merupakan badan yang berlapis-lapis yang menutupi epidermis. Kutin timbul karena polimerisasi asam-asam hidrokarboksilat dengan beberapa kelompok senyawa yang dapat diesterkan, seperti asam floinalat. Lilin terbenam di dalam dan melapisi permukaan kutikula. Lilin terdiri atas ester-ester atau campuran alkohol lilin alifatik dan asam lemak yang sesuai. Sayuran-sayuran daun, misalnya kubis mempunyai lapisan lilin yang tebal daripada sayuran umbi, seperti bibit dan kentang.

c. Mulut kulit (stoma)

Mulut kulit terdapat pada epidermis dan berfungsi sebagai katup-katup kecil untuk pertukaran gas. Stoma adalah suatu liang yang dibatasi oleh dua sel penutup yang keseluruhannya dianggap sebagai satu unit. Mulut kulit berperan dalam proses transpirasi, respirasi, dan pemasakan buah. Pada sayuran daun lebih banyak, terdapat mulut kulit daripada buah-buahan dan

umbi-umbian. Kenaikan turgor membuka mulut kulit dan dengan demikian memungkinkan pertukaran gas antara sel-sel di bawah epidermis dengan udara luar.

d. Lentisel

Lentisel adalah liang pada bagian epidermis dengan kambium gabus yang lebih aktif ketika sebelah dalam liang pada periderm itu menghasilkan jaringan dengan ruang-ruang antarsel. Lentisel biasanya terdapat pada batang, akar, dan buah serta tidak terdapat pada daun.

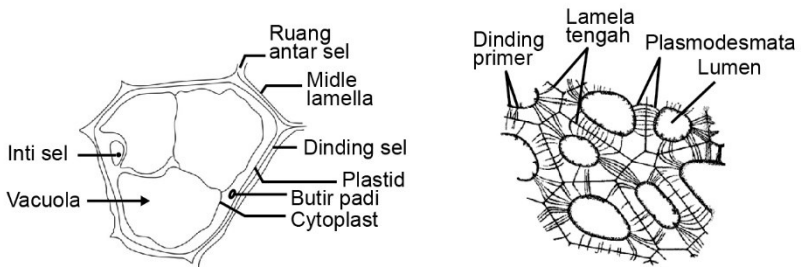
Berbeda dengan mulut kulit, lentisel selalu terbuka yang memungkinkan pertukaran gas antara sel-sel di bawah epidermis dengan udara. Respirasi berjalan lebih cepat dengan penyediaan oksigen yang berkesinambungan.

2. Sistem Dasar

Parenkima merupakan jaringan dasar yang paling umum dan tipe sel utama yang terdapat pada sayur-sayuran. Dalam sel parenkima tersebut, terdapat bagian-bagian yang aktif di dalam proses metabolisme tanaman dan disebut protoplasma.

Protoplasma mempunyai lapisan-lapisan membran semipermeabel ketika di dalamnya terdapat sitoplas dan inti sel. Dalam inti sel (nukleus), terdapat nukleolus, sedangkan di dalam sitoplas terdapat butiran yang disebut plastid. Plastid ini terdiri atas leukoplas yang tidak berwarna dan berisi granula-granula pati serta khloroplas dan khromoplas yang mengandung pigmen di dalamnya. Dinding-dinding sel parenkima terdiri atas selulosa yang memengaruhi keteguhan dari sel-selnya dan merupakan batas antara sel yang satu dengan sel lainnya. Untuk lebih jelasnya, struktur sel-sel parenkima dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Sel-sel parenkima pada tanaman sangat bervariasi bentuk, besar, dan komposisinya tergantung dari jenis atau varietas tanaman tersebut.



Gambar 1.1
Penampang Sel Parenkima pada Tanaman

a. *Kolenkima*

Kolenkima dan sklerenkima merupakan jaringan-jaringan penguat atau jaringan penunjang. Sel-sel kolenkima merupakan sel hidup dengan penebalan dinding tidak merata yang mengandung pektin dan air dalam jumlah banyak. Sel-sel kolenkima terdapat pada bagian tepi batang dan tangkai daun dengan rusuk-rusuk yang menonjol, misalnya pada seledri.

b. *Sklerenkima*

Sel-sel sklerenkima mempunyai dinding sel sekunder tebal dan berkayu. Dalam keadaan dewasa, sel-sel biasanya mati dan hanya berfungsi sebagai penunjang organ-organ tumbuhan. Di dalamnya mungkin masih terdapat sisa-sisa protoplasma yang telah keriput dan zat-zat lain, seperti zat penyamak dan lendir.

Sel-sel sklerenkima dibedakan dalam dua tipe: sel-sel serabut dan sel batu. Sel-sel serabut merupakan komponen umum jaringan xylem. Susunan serabut yang kompak secara membujur memberikan kekuatan dan ketegaran pada jaringan. Sel-sel batu banyak terdapat dalam kulit dan floem buah-buahan dan biji-bijian. Bentuknya sangat beraneka ragam dan mempunyai peranan yang penting dalam sifat teksturalnya.

3. Sistem Berkas Pengangkut

Sistem berkas pengangkut terdiri atas dua jaringan pengangkut utama, yaitu xylem dan floem. Xylem mengangkut air dan nutrisi mineral yang larut, sedangkan floem mengangkut zat makanan yang disintesis di daun. Jaringan-

jaringan pengangkut juga merupakan jaringan penunjang karena adanya sel-sel berdinding tebal, terutama dalam xylemnya. Apabila sel-sel tersebut terdapat dalam jumlah yang besar, sayuran tidak begitu disukai karena kaku dan alot.

Antara buah-buahan dan sayuran terdapat perbedaan mengenai distribusi dan susunan sistem berkas pengangkutannya. Pada sayuran daun, sejumlah besar berkas-berkas jaringan pengangkut terdapat dalam daging daun. Sel ini dapat terlihat jelas dengan suatu percobaan, yaitu jika potongan-potongan mentimun dimasukkan ke dalam larutan garam, air akan cepat keluar dari sel-sel mentimun sehingga sel-selnya menjadi lemas atau mengecil dan mentimun menjadi berkerut.

Turgor sel dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut:

- a. konsentrasi bahan-bahan osmotik di dalam sel, baik dalam bentuk larutan maupun bahan koloid;
- b. permeabilitas dari protoplasma;
- c. elastisitas dari dinding sel.

Jika dinding sel mempunyai tingkat elastisitas yang tinggi, kenaikan kandungan (isi) sel mungkin tidak akan menyebabkan sel pecah, tetapi sebaliknya jika sel berkurang, turgor sel juga cepat menurun. Dinding sel yang kuat dan kaku dapat mempertahankan tekstur bahan walaupun isi berkurang.

Jika sayuran atau buah dimasak atau direbus, protein akan mengalami denaturasi. Sel-sel mati dan protoplasma akan mengendap sehingga sifat permeabilitas sel berubah. Akibatnya, air dan larutan-larutan lainnya akan keluar dari sel dan akhirnya tekstur bahan menjadi lemas. Akan tetapi, apabila di dalam vakuola terdapat banyak granula pati ketika bentuk molekul-molekulnya besar, granula-granula pati tersebut tidak dapat keluar dari sel, kecuali jika dinding sel pecah.

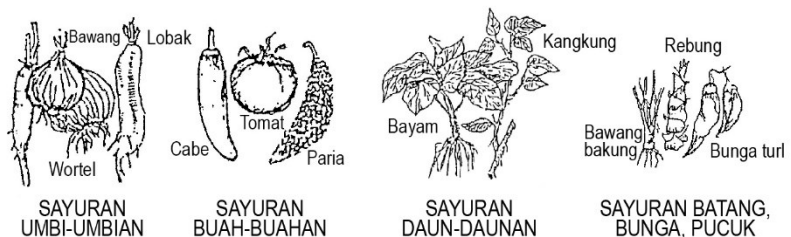
Selama perebusan granula pati tersebut akan membengkak, membentuk gel dan mengikat air. Jika prosesnya terjadi terus-menerus, air akan tertahan di dalam vakuola sehingga sel menjadi bengkak (kembung), contohnya adalah perebusan kentang dan buncis.

C. PENGGOLONGAN SAYUR-SAYURAN

1. Berdasarkan Bagian dari Tanaman

Sayur-sayuran berasal dari berbagai bagian dari tanaman. Sebagai contoh, wortel adalah akar dari tanaman kentang; bit dan bawang adalah umbi; tomat, mentimun, dan terong adalah buah; seledri dan bakung adalah tangkai daun (*petiole/stalk*), asparagus dan rebung adalah batang muda (pucuk); sedangkan bayam, kangkung, dan selada adalah daun.

Penggolongan sayur-sayuran berdasarkan bagian dari tanamannya dapat dilihat pada Tabel 1.3, sedangkan bentuk dari beberapa sayuran tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.2. Selain itu, ada golongan sayur-sayuran yang berasal dari jamur yang dapat dimakan, misalnya jamur merang (*Volvaria volcacea*) dan juga jamur *champignon* (*Agaricus bisporus*).



Gambar 1.2
Bentuk dan Beberapa Sayur-sayuran

2. Berdasarkan Iklim Tempat Tumbuh

Berdasarkan iklim tempat tumbuh, sayur-sayuran dapat digolongkan dalam hal berikut.

- Sayuran yang tumbuh di daerah iklim panas atau tropis, yaitu daerah yang mempunyai suhu udara 25°C atau lebih.
- Sayuran yang tumbuh di daerah iklim sedang dan subtropis, yaitu daerah yang mempunyai suhu udara maksimum 22°C.

Tabel 1.3
Penggolongan Sayur-sayuran Berdasarkan Bagian dari Tanamannya

Golongan	Contoh
Sayuran Umbi-umbian	
Akar (<i>Root</i>)	Ubi jalar, Wortel
Umbi Akar (<i>Tuber</i>)	Kentang, Bit
Umbi Bunga (<i>Bulb</i>)	Bawang Merah, Bawang Putih
Sayuran Buah-buahan:	Buncis, Kapri, Kacang Merah,
Polong-polongan	Kacang Panjang, Pete, Jengkol,
Biji-bijian	Jagung Muda
Buah-buahan Berbiji Banyak	Tomat, Cabe, Terong, Takokak
	Gambas, Waluh (Labu Kuning),
Buah-buahan dari Tanaman	Paria, Ketimun, Labu Putih,
Merambat	Kecipir
Sayuran Daun-daunan	Kubis, Bayam, Kangkung, Sawi
(Sayuran Hijau)	Selada, Pete, Daun Ketela Pohon,
	Daun Pepaya
Sayuran Batang Muda/Pucuk	Asparagus, Rebung (Pucuk
	Bambu)
Sayuran Bunga-bunga	Bunga Kol (<i>Cauliflower</i>), Bunga
	Turi,
	Honje
Sayuran Tangkal Daun	Seledri, Daun Bawang (Bakung),
(Petiole/stalk)	Sereh
Sayuran Kecambah (Germ)	Taoge Kacang Ijo, Taoge Kedelai
Jamur	Jamur Merang, Jamur Barat

Sumber: Muchtadi dan Sugiyono (2013).

Sayur-sayuran yang tumbuh di daerah iklim tropis, misalnya cabai, kangkung, daun salam, sereh, ubi jalar, kunyit, jahe, dan sebagainya; sedangkan yang tumbuh di daerah iklim sedang dan subtropis, misalnya bawang merah, bawang putih, bakung, seledri, kubis, wortel, sawi, jamur, dan sebagainya.



LATIHAN

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

- 1) Jelaskan komponen-komponen penyusun sayuran!
- 2) Jelaskan struktur dan bagian-bagian pembangun sayuran!
- 3) Jelaskan penggolongan pada sayuran dan sebutkan contohnya!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Pelajari kembali komponen-komponen penyusun sayuran.
- 2) Pelajari kembali struktur dan bagian-bagiannya yang membangun sayuran
- 3) Pelajari kembali penggolongan sayuran berdasarkan bagian dari tanaman dan penggolongan sayuran berdasarkan iklim tempat tumbuh berikut contoh-contoh.



RANGKUMAN

Tanaman hortikultura jenis sayuran mempunyai komposisi komponen penyusun sayuran yang berbeda-beda untuk setiap macam sayuran. Di antara komponen penyusun sayuran sebagai berikut:

1. mineral dan vitamin,
2. pigmen yang terdiri atas klorofil, karotenoid, dan flavonoid,
3. komponen lain, seperti asam-asam organik, enzim-enzim, dan senyawa-senyawa aromatik.

Sayuran dibangun oleh bagian-bagian yang dibedakan sebagai berikut:

1. sistem jaringan kulit yang terdiri atas sel-sel epidermis, kutikula, stomas, dan lentisel;
2. sistem dasar yang terdiri atas parenkim, kolenkim, dan sklerenkima;
3. sistem berkas pengangkut.

Untuk penggolongan sayuran dibedakan berdasarkan bagian dari tanaman dan berdasarkan iklim tempat tumbuh.

**TES FORMATIF 1**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Komposisi komponen penyusun sayuran dipengaruhi oleh
 - A. varietas, cuaca, tempat tumbuh pemeliharaan tanaman, cara penanaman kematangan pohon, dan penyimpanan
 - B. struktur tanah, penumpukan, ketinggian, varietas, cuaca, pascapanen, dan penyimpanan
 - C. kesuburan tanah, kelembapan, iklim, pemeliharaan tanaman, pengolahan tanah, panen, dan pascapanen
 - D. pengolahan tanah, kesuburan tanah, pemeliharaan tanaman, iklim, pemupukan, dan kematangan panen
- 2) Di samping pigmen, vitamin, dan mineral, kandungan lain yang menyusun sayuran adalah
 - A. enzim-enzim, senyawa aromatik, gum, dan flavonoid
 - B. pektin, gum, senyawa aromatik, dan enzim-enzim
 - C. enzim-enzim, senyawa aromatik, pektin, dan thiamin
 - D. antoxantin, enzim, pektin, dan flavonoid
- 3) Bagian dari sistem jaringan kulit pada struktur sayuran yang memungkinkan terjadinya pertukaran gas antarsel adalah
 - A. sel-sel epidermis
 - B. membran kutikula
 - C. lentisel
 - D. stomata
- 4) Yang berkaitan dengan sistem dasar pembangunan struktur sayuran adalah
 - A. pengaturan permulaan proses fisika dan fisikokimia
 - B. terdiri atas epidermis, kutikula, stoma, dan lentisel
 - C. tempat berlangsungnya pengangkutan air dan nutrien mineral
 - D. terdiri atas parenkim dan jaringan-jaringan penunjang
- 5) Penggolongan sayuran yang didasarkan pada iklim tempat tumbuh dibedakan sebagai sayuran
 - A. tropis, seperti cabai, bawang, dan jahe
subtropis, seperti kubis, wortel, dan ubi
 - B. tropis, seperti bakung, bawang, dan seledri
subtropis, seperti kubis, wortel, dan sawi

- C. tropis, seperti kangkung, salam, dan sereh
subtropis, seperti bakung, jamur, dan seledri
 - D. tropis, seperti cabai, ubi, dan kunyit
subtropis, seperti kubis, kangkung, dan jahe
- 6) Yang sehubungan dengan penggolongan sayuran adalah
- A. seledri, bakung, dan sereh termasuk golongan sayuran daun-daunan
 - B. menggunakan suhu tempat tumbuh sebagai dasar penggolongan sayuran
 - C. jamur merang dan champignon termasuk golongan sayuran tropis
 - D. jawaban A, B, dan C benar semua

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.

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

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

Komponen Penyusun Buah-buahan

Komposisi setiap macam buah-buahan berbeda-beda dan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu perbedaan varietas, keadaan cuaca, tempat tumbuh, pemeliharaan tanaman, cara pemetikan, kondisi selama pemeraman, dan kondisi penyimpanan. Buah-buahan pada umumnya mempunyai kadar air yang tinggi, yaitu sekitar 65—90%, tetapi rendah dalam kadar protein dan kadar lemak (kecuali alpukat yang mempunyai kadar lemak yang agak tinggi, yaitu sekitar 4%). Kandungan air, protein, lemak, dan karbohidrat dari beberapa jenis buah-buahan dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4
Kandungan Air, Protein, Lemak, dan Karbohidrat dari Beberapa Jenis Buah-buahan (Persen Berat Basah)

Jenis Buah	Air (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
Alpukat	84.3	0.9	6.5	7.7
Apel	84.1	0.3	0.4	14.9
Arbei	89.9	0.8	0.5	8.3
Jambu air	87.0	0.6	0.2	11.8
Jambu bol	84.5	0.6	0.3	14.2
Jeruk keprok	87.3	0.57	0.2	7.74
Mangga golek	82.7	0.5	0.2	16.7
Nanas	85.3	0.4	0.2	13.7
Pepaya	86.7	0.5	sedikit	12.2
Pisang ambon	72.0	1.2	0.2	25.8
Pisang raja	65.8	1.2	0.2	31.8

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1972)

A. KARBOHIDRAT

1. Pati

Buah-buahan pada umumnya mempunyai pati sebagai hasil dari fotosintesis sel. Buah yang masih muda dari beberapa jenis buah-buahan, misalnya apel, tomat, mangga, dan pisang, banyak mengandung pati. Pada beberapa jenis buah-buahan, kandungan patinya akan terus bertambah selama pendewasaan sel. Pada buah-buahan lainnya, kandungan patinya mula-mula akan naik, kemudian menurun lagi. Buah-buahan yang mengalami kenaikan kadar pati selama pendewasaan sel terutama adalah buah-buahan klimakterik, misalnya apel, pisang, dan mangga.

2. Gula

Kandungan gula (sukrosa) pada beberapa buah-buahan klimakterik kadang-kadang naik selama pendewasaan sel, misalnya pada mangga. Pada tomat, selama pertumbuhan dan pendewasaan sel kenaikan kandungan gulanya sangat sedikit atau tidak sama sekali. Pada apel, kenaikan kandungan gulanya hanya sampai pada saat pemetikan normal. Sementara itu, kismis mula-mula tidak mengandung gula atau sedikit sekali, kemudian kandungan gulanya naik dengan cepat selama pematangan.

Pada beberapa buah-buahan nonklimakterik, kandungan gula yang mula-mula tinggi sebelum sel dewasa kadang-kadang menurun sedikit selama pendewasaan sel, misalnya terjadi pada beberapa jenis jeruk. Pada nanas, kenaikan kandungan gula terjadi dengan cepat pada dua bulan pertama selama pendewasaan. Pada ceri selama pertumbuhan dan pendewasaan sel tidak terjadi penambahan kandungan sukrosa. Kandungan gula reduksi, yaitu fruktosa dan glukosa pada buah-buahan klimakterik dan nonklimakterik pada umumnya akan bertambah selama pertumbuhan dan pendewasaan sel.

3. Pektin

Dalam *middle lamela* dari sel-sel buah terdapat zat pektik, yaitu suatu polisakarida dari asam galakturonat dengan metil esternya. Hidrolisis dari zat pektik tersebut dapat menghasilkan pektin yang mempunyai sifat dapat larut dalam air. Pektin ini dapat membentuk gel atau suspensi kolodial dengan adanya gula dan asam. Hal ini digunakan sebagai prinsip dalam pembuatan selai dari buah-buahan (jam dan jeli).

Kandungan zat pektat di dalam buah memengaruhi tekstur dari buah tersebut. Jika buah dipanaskan atau direbus, zat pektat yang mempunyai sifat tidak larut di dalam air sebagian akan terhidrolisis menjadi pektin yang larut di dalam air. Akibatnya, tekstur dari buah tersebut akan menjadi lunak. Selama proses pematangan buah, pada umumnya total pektin akan menurun, sedangkan bagian-bagian yang larut di dalam air akan naik dan akibatnya buah menjadi lunak.

Di dalam pengolahan buah-buahan dengan menggunakan panas, biasanya untuk mempertahankan tekstur buah tersebut ditambahkan ion-ion kalsium (Ca). Ion Ca ini akan bereaksi dengan zat pektik membentuk kalsium pektat (Ca-pektat) yang tidak dapat larut di dalam air sehingga tekstur buah akan tetap keras.

Beberapa buah-buahan mengandung enzim yang dapat menghidrolisis pektin sehingga menyebabkan daya pembentukan gel dari pektin tersebut berkurang. Enzim tersebut dapat disebut enzim metil esterase, misalnya terdapat pada buah tomat.

B. MINERAL DAN VITAMIN

Buah-buahan umumnya merupakan sumber vitamin yang penting, terutama vitamin A dan C. Di samping itu, buah-buahan juga mengandung vitamin-vitamin lain termasuk vitamin B1 serta beberapa mineral di antaranya kalsium dan besi. Kandungan mineral dan vitamin dari beberapa jenis buah-buahan dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5
Kandungan Mineral dan Vitamin dari Beberapa Jenis Buah-buahan
(Per 100 gr Bahan)

Jenis Buah	Kalsium (mg)	Besi (mg)	Vit. A (I.U.)	Vit. B1 (mg)	Vit.C (mg)
Alpukat	10	0.9	180	0.05	13
Jambu bol	29	1.2	130	0.02	22
Jeruk keprok	23	0.3	298	0.05	22
Mangga golek	14	0.7	3715	0.08	30
Nangka	6	0.3	92	0.02	2
Nanas masak di pohon	20	0.9	330	0.07	7

Jenis Buah	Kalsium (mg)	Besi (mg)	Vit. A (I.U.)	Vit. B1 (mg)	Vit.C (mg)
Pepaya	23	1.7	365	0.04	78
Pisang raja	10	0.8	950	0.06	10

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1972)

C. PIGMEN

Pigmen yang terdapat di dalam buah-buahan adalah klorofil; karotenoid; dan grup flavonoid yang terdiri atas antosianin, antoxantin, dan tanin.

1. Klorofil

Buah-buahan terutama yang berwarna hijau banyak mengandung klorofil yang jumlahnya relatif lebih banyak dibandingkan karotenoid atau pigmen lainnya. Akibatnya, buah tersebut berwarna hijau. Selama proses pematangan buah akan terjadi degradasi klorofil sehingga kandungan klorofil menjadi rendah dan muncul warna dari pigmen-pigmen lainnya. Ini menyebabkan warna buah berubah menjadi kuning, oranye, atau merah. Keadaan tersebut terjadi hampir di semua jenis buah-buahan, kecuali misalnya pada alpukat. Selama proses pematangan, buah alpukat akan tetap berwarna hijau, bahkan kadang-kadang menjadi hijau tua karena kandungan klorofilnya sangat banyak.

2. Karotenoid

Beberapa karotenoid yang terdapat di dalam buah-buahan, misalnya lykopen berwarna merah dan terdapat di dalam tomat, pepaya, dan semangka; xantofil berwarna kuning oranye dan terdapat di dalam nanas, pepaya, dan jeruk; serta karoten berwarna oranye dan terdapat di dalam jambu.

3. Flavonoid

Antosianin terdapat di dalam buah-buahan, terutama yang berwarna ungu, biru, atau merah, misalnya pada anggur, tomat, dan sebagainya.

Antosianin akan membentuk garam dengan logam sehingga warnanya dapat berubah menjadi keungu-unguan. Sebagai contoh, jika pada pengalengan buah-buahan, kaleng yang digunakan tidak dilapisi bagian dalamnya, ion Fe

terlepas dari kaleng tersebut sehingga dapat bereaksi dengan antosianin sehingga warnanya akan berubah menjadi keungu-unguan.

Flavonoid lain yang terdapat di dalam buah-buahan adalah antoxantin yang berwarna kuning atau putih dan terdapat di dalam pisang serta tanin yang merupakan pigmen yang tidak berwarna serta terdapat di dalam apel, anggur putih, salak, pisang, dan sebagainya. Tanin yang banyak terdapat dalam buah-buahan dapat mencegah pertumbuhan mikroba dengan cara mengendapkan protein dari enzim-enzim yang dikeluarkan oleh mikroba tersebut. Akibatnya, enzim-enzim menjadi inaktif dan metabolisme mikroba akan terganggu.

Jaringan tanaman yang semakin tua, kadar taninnya akan semakin tinggi, tetapi buah-buahan sebaliknya. Selama proses pematangan, kadar tanin dalam buah akan menurun. Oleh karena itu, buah yang telah matang lebih peka terhadap serangan mikroba dibandingkan buah yang masih muda.

Buah-buahan yang mempunyai rasa sepat (*astringency*) biasanya disebabkan oleh kandungan taninnya, misalnya pada salak dan pisang yang masih muda. Tanin yang pada mulanya tidak berwarna dengan adanya ion-ion metal, seperti Ca, Mg, dan Fe, dapat berubah menjadi pigmen yang berwarna cokelat.

D. ASAM ORGANIK

Selain komponen-komponen yang telah disebutkan, buah-buahan juga mengandung asam-asam organik, terutama pada buah yang masih muda. Selama proses pematangan buah, kandungan asam organik di dalamnya biasanya akan menurun, sedangkan kandungan gula pada umumnya naik. Akibatnya, rasa buah yang semula asam makin lama akan semakin manis.

Asam-asam organik yang biasa terdapat di dalam buah-buahan, misalnya asam format, asam asetat, asam fumarat, asam sitrat, asam suksinat, asam tartarat, asam oksalat, dan lain-lainnya yang sangat banyak macamnya. Asam oksalat di dalam buah-buahan jarang terdapat dalam bentuk bebas, tetapi biasanya terdapat dalam bentuk garam oksalat yang larut, misalnya pada pisang, atau dalam bentuk kristal kalsium oksalat yang tidak larut, misalnya yang terdapat pada beberapa jenis buah-buahan tertentu.

Asam organik yang terdapat di dalam buah-buahan belum seluruhnya dapat dianalisis. Pada umumnya, asam-asam tersebut dalam buah-buahan hanya terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit sehingga sukar untuk

dianalisis, kecuali asam sitrat dan asam malat. Kandungan asam sitrat, asam malat, dan beberapa asam organik lainnya di dalam buah-buahan dapat dilihat pada Tabel 1.6. Asam-asam organik, di samping memengaruhi rasa, sering digunakan untuk menentukan mutu buah-buahan juga berpengaruh terhadap aroma buah tersebut.

Tabel 1.6
Kandungan Asam Organik dalam Beberapa Jenis Buah-buahan

Jenis Buah	Asam Sitrat (%)	Asam Malat (%)	Lain-lain (%)
Anggur	-	0.65	Asam Tartarat (0.43%)
Apel	0.03	1.02	-
<i>Blueberries</i>	1.56	1.10	Asam Oksalat (trace)
<i>Cherries</i>	-	0.56-1.99	-
Jeruk keprok	0.98	trace	-
Jeruk nipis	1.33	0.08	-
<i>Pear</i>	0.24	0.12	-
Pisang	0.32	0.37	-
Nanas	0.84	0.12	-
Stroberi	0.91	0.10	-

E. KANDUNGAN LAIN-LAIN

Selain zat-zat yang disebut, buah-buahan juga mengandung komponen-komponen lainnya, seperti selulosa, heksosan, pentosan, gum, asam-asam amino, enzim-enzim, dan zat-zat pembentuk aroma, misalnya ester, alkohol, karbonil, eter, asetal, hidrokarbon, senyawa aromatik, dan lain-lain. Enzim-enzim yang terdapat dalam buah-buahan sangat banyak macamnya, misalnya enzim pektin metil esterase, selulase, amilase, invertase, lipase, lipoksidase, katalase, peroksidase, phenolase, protease, aldolase, asam lemak sintetase, dan lain-lain.

Kandungan fenol yang terdapat di dalam buah-buahan dapat menyebabkan terjadinya reaksi *browning* karena oksidasi dari fenol atau polifenol oleh enzim fenolase atau polifenolase dan menghasilkan senyawa yang berwarna cokelat. Protein di dalam buah-buahan dapat terdegradasi membentuk amonia sehingga menyebabkan terjadinya perubahan pH dan perubahan warna dan biru menjadi merah.

F. STRUKTUR BUAH-BUAHAN

Organ pada buah-buahan dapat dibagi menjadi tiga sistem, yaitu sistem jaringan kulit (selubung pelindung luar), sistem dasar (fundamental), dan sistem pembuluh.

1. Sistem Jaringan Kulit

Sistem jaringan kulit yang diwakili oleh epidermis merupakan lapisan pelindung luar tanaman. Pengaturan berbagai proses fisika dan fisikokimiawi pada buah-buahan yang telah dipanen tergantung pada sifat lapisan-lapisan epidermal. Pertukaran gas, kehilangan air, masuknya mikroba patogen, peresapan bahan-bahan kimia, ketahanan terhadap suhu tekanan dan suhu, penguapan senyawa-senyawa atsiri, dan perubahan-perubahan tekstural, semuanya dimulai dari permukaan buah.

a. *Sel-sel epidermal*

Sel-sel epidermal mempunyai bentuk yang beraneka ragam tergantung dari letak sel itu di dalam organ tanaman. Buah-buahan mempunyai ukuran sel yang lebih seragam. Pada umumnya, sel-sel epidermal mempunyai ukuran yang lebih kecil dan dinding yang lebih tebal daripada sel-sel di bawahnya. Sel-sel itu tersusun rapat, kecuali di daerah stomata dan lentisel.

b. *Membran kutikula*

Penguapan air, masuknya patogen-patogen dan zat-zat kimia dipengaruhi oleh derajat pembentukan kutin epidermis. Lapisan ini terletak di atas lapisan epidermis ketika permukaannya dilapisi oleh lapisan lilin.

c. *Stomata*

Stomata ini terdapat pada epidermis dan berfungsi sebagai katup-katup kecil untuk pertukaran gas. Peranannya sangat penting dalam proses respirasi, transpirasi, dan pemasakan buah.

d. *Lentisel*

Lentisel ini selalu terbuka yang memungkinkan pertukaran gas antara sel-sel di bawah epidermis dengan udara. Buah tua yang ranum dengan lentisel

yang lebih banyak cenderung lebih cepat menjadi layu dan lebih keriput daripada buah yang lebih muda dengan lentisel yang lebih sedikit.

2. Sistem Dasar

a. Parenkim

Parenkim merupakan jaringan dasar yang paling umum. Sifatnya yang menonjol adalah protoplasma yang sangat aktif. Sel-sel parenkim dapat menimbun zat-zat, seperti pati, protein, minyak, dan sebagainya. Pada umumnya, berdinding tipis, dan dapat tersusun rapat atau longgar. Sel-sel yang tersusun longgar mempunyai ruang-ruang antarsel dan hal ini menjadi sebab mengapa buah tampak berkapur. Ukuran dan bentuk sel-sel sangat bervariasi.

b. Kolenkim

Ini merupakan jaringan penguat atau jaringan penunjang. Dinding selnya mampu berubah bentuk secara elastis. Sel-selnya berisi protoplas hidup.

c. Sklerenkim

Fungsinya adalah penunjang organ-organ tumbuhan. Sel-selnya dapat dibedakan dalam dua tipe, yaitu serabut dan sel-sel batu. Sel-sel serabut merupakan komponen umum jaringan xylem. Sel-sel batu banyak terdapat dalam kulit dan floem buah biji. Tekstur bertepung beberapa jenis buah (jambu biji, sawo manila, dan sebagainya) dapat disebabkan oleh adanya sel-sel batu.

3. Sistem Berkas Pengangkutan

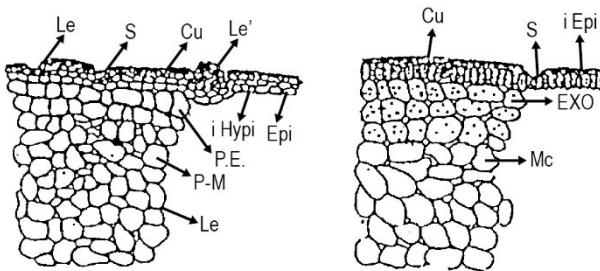
Ini terdiri atas dua jaringan pengangkut utama, yaitu xylem dan floem. Xylem mengangkut air dan nutrisi mineral yang larut, sedangkan floem mengangkut zat makanan yang disintesis di daun. Pada tanaman tertentu, misalnya mangga dan sawo manila, sistem pengangkutannya mencakup sel-sel getah.

Sel-sel dari buah-buahan merupakan sel tanaman yang mempunyai ciri khas sel-sel tanaman dikelilingi oleh dinding sel yang keras dan kaku yang terdiri atas serat-serat selulosa dan polimer lain, seperti zat-zat pektik, hemiselulosa, dan lignin. Lapisan dari zat pektik membentuk *middle lamella* dan bertindak mengikat sel-sel untuk saling berdekatan. Sel-sel yang

berdekatan mempunyai rantai penghubung yang kecil disebut *plasmadesmata* yang menghubungkan sitoplasma.

Dinding sel permeabel terhadap air dan larutan. Cairan sel mengandung bermacam-macam larutan, seperti gula, asam-asam amino, dan garam-garam, dan dikelilingi oleh membran semipermeabel yang disebut tonoplas. Tonoplas berfungsi mempertahankan tekanan hidrostatik dari isi sel.

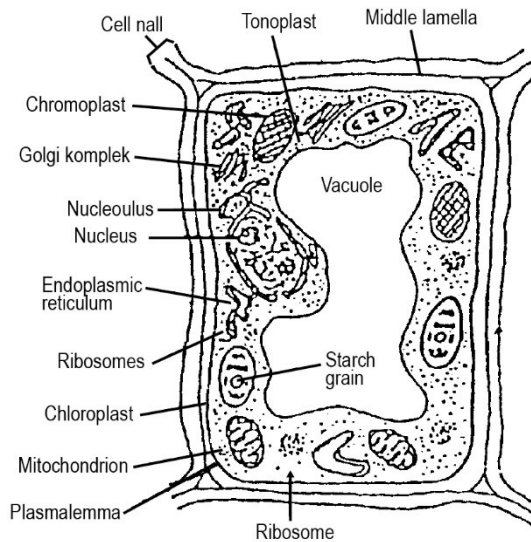
Sitoplasma juga mengandung beberapa organel yang penting seperti nukleus, mitokondria, kloroplas, kromoplas, amyoplas, badan-badan golgi, dan retikulum endoplasma.



Sumber: Muchtadi dan Sugiyono (2013)

Gambar 1.3

Diagram Struktur Buah Mangga dan Pepaya (Lentisel (Le), Mulut Kulit (S), Kutikula (Cu), Epidermis (Epi), Hiperdermis (Hyp), Parenkim Kulit Luar (PE), Parenkim Kulit Tengah (PM), Sel-Sel Getah (La), Kulit Luar (Exo), dan Kulit Tengah (Mc)



Sumber: Muchtadi dan Sugiyono (2013)

Gambar 1.4
Diagram Dinding Sel Tanaman

G. PENGGOLONGAN BUAH-BUAHAN

1. Berdasarkan Musim Buah

Beberapa jenis tanaman buah-buahan dapat menghasilkan buah sepanjang tahun walaupun pada suatu ketika ada masa berbuah sedikit. Jenis tanaman tersebut disebut tanaman tidak musiman, misalnya pisang, nanas, pepaya, jambu, jambu biji, markisa, dan sebagainya. Tanaman buah lainnya merupakan tanaman berbuah musiman karena tanaman tersebut pada suatu saat berbuah banyak, tetapi pada saat lain tidak berbuah sama sekali, misalnya mangga, rambutan, duku, durian, jeruk, jambu bol, dan sebagainya.

2. Berdasarkan Iklim Tempat Tumbuh

Berdasarkan iklim tumbuhnya, buah-buahan dapat digolongkan dalam dua golongan berikut:

- a. buah-buahan iklim panas atau tropis,
- b. buah-buahan iklim sedang atau subtropis.

Buah-buahan iklim panas atau tropis, yaitu buah-buahan yang tumbuh di daerah yang mempunyai suhu udara kira-kira 25°C atau lebih, sedangkan buah-buahan iklim sedang dan subtropis adalah buah-buahan yang tumbuh di daerah yang mempunyai suhu udara maksimum 22°C . Buah-buahan yang tumbuh di daerah iklim panas atau tropis, misalnya nanas, pisang, pepaya, alpukat, mangga, rambutan, durian, dan sebagainya. Sementara itu, yang tumbuh di daerah iklim sedang atau subtropis adalah anggur, apel, jeruk, arbei, dan sebagainya.



LATIHAN

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

- 1) Jelaskan komponen-komponen penyusun buah-buahan dan bagian-bagiannya!
- 2) Jelaskan struktur pembangun buah-buahan dan bagian-bagiannya!
- 3) Jelaskan penggolongan pada buah-buahan!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Pelajari kembali mengenai komponen penyusun buah-buahan, seperti karbohidrat, vitamin dan mineral, pigmen, asam-asam organik, serta kandungan lainnya.
- 2) Pelajari kembali mengenai struktur pembangun buah-buahan, seperti sistem jaringan kulit, sistem dasar, dan sistem berkas pengangkut.
- 3) Pelajari kembali mengenai penggolongan buah berdasarkan musim dan berdasarkan iklim tempat tumbuh.

**RANGKUMAN**

Sebagaimana pada sayuran, komponen penyusun buah-buahan pun berbeda-beda untuk setiap macam buah-buahan. Di antara komponen penyusun buah-buahan sebagai berikut:

1. mineral dan vitamin,
2. karbohidrat,
3. asam-asam organik,
4. kandungan lain, seperti enzim-enzim, senyawa aromatik, dan komponen lainnya.

Struktur buah dibangun oleh bagian-bagian yang dibedakan sebagai berikut:

1. sistem jaringan kulit yang terdiri atas sel-sel epidermis, kutikula, stomata, dan lentisel;
2. sistem dasar yang terdiri atas parankim, kolenkim, dan sklerenkim;
3. sistem berkas pengangkut yang terdiri atas xylem dan floem.

Pada penggolongan buah-buahan, digunakan musim buah dan iklim tempat tumbuh sebagai dasar penggolongan.

**TES FORMATIF 2**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Di antara faktor-faktor yang memengaruhi komponen yang menyusun buah-buahan adalah
 - A. cara penanaman, cara pemeraman, dan kondisi penyimpanan
 - B. cara memetik, varietas, dan kondisi pemeraman
 - C. jawaban A dan B benar
 - D. tidak ada yang benar
- 2) Umumnya buah-buahan memiliki kandungan
 - A. protein yang tinggi
 - B. karbohidrat yang tinggi
 - C. air yang tinggi
 - D. jawaban A, B, dan C benar semua

- 3) Di antara senyawa karbohidrat yang memengaruhi tekstur dari buah-buahan adalah
 - A. pati
 - B. gula
 - C. sukrosa
 - D. pektik
- 4) Sumber vitamin yang penting dan umum terdapat pada buah-buahan adalah vitamin
 - A. A dan B
 - B. C dan B
 - C. C dan A
 - D. kalsium dan besi
- 5) Di antara pigmen yang terdapat pada buah-buahan yang bersifat dapat mencegah pertumbuhan mikroba adalah
 - A. klorofil
 - B. tanin
 - C. karotenoid
 - D. autoxantin
- 6) Sementara itu, rasa sepat yang terdapat pada buah-buahan biasanya disebabkan oleh pigmen
 - A. autosianin
 - B. flavonoid
 - C. xantofil
 - D. tanin
- 7) Sebagai komponen penyusun buah-buahan, asam-asam organik berpengaruh dalam hal
 - A. rasa
 - B. mutu buah
 - C. aroma
 - D. jawaban A, B, dan C benar semua

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.

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

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**Kerusakan Sayuran dan Buah-buahan**

Sejak bahan pangan dipanen dan dikumpulkan, bahan pangan akan mengalami kerusakan. Tergantung dari macam bahan pangan, kerusakan ini bisa terjadi dengan cepat atau lambat. Semua makhluk hidup memerlukan makanan untuk pertumbuhan dan mempertahankan kehidupannya. Bakteri, khamir, kapang, insekta, dan rodentia (binatang pengerat) selalu berkompetisi dengan manusia untuk mengonsumsi persediaan pangannya. Selanjutnya, senyawa organik yang sangat sensitif dalam bahan pangan akan mengalami destruksi oleh hampir semua variabel dalam lingkungan di alam. Panas dan dingin, cahaya, oksigen, kelembapan, kekeringan, serta kandungan enzim dalam bahan pangan itu sendiri dan waktu semuanya cenderung untuk merusakkan 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 digunakan. 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, 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 pada suatu saat berkonsistensi encer, hal ini merupakan tanda kerusakan.

Terjadinya pememaran dapat digunakan sebagai suatu tanda terjadinya kerusakan. Pada buah sawo, mangga, apel, jambu, dan buah-buahan lain sering terjadi pememaran yang biasanya mengalami kerusakan pada bagian dalam.

Beberapa bahan jadi, misalnya sayur asin yang mempunyai rasa dan bau asam, bukanlah berarti rusak karena sayur asin memang secara normal dikehendaki rasanya asam. Akan tetapi, kalau sayur asin menjadi berlendir dan berbau busuk, hal ini merupakan suatu tanda kerusakan.

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

Tidak semua kerusakan memperlihatkan tanda-tanda yang jelas. Contohnya adalah terdapatnya ulat di dalam petai kadang-kadang tidak pernah terlihat atau terduga sebelumnya karena dari luar buah menunjukkan keadaan yang tidak berbeda dengan keadaan bahan yang belum mengalami kerusakan.

A. JENIS-JENIS KERUSAKAN BAHAN PANGAN

Apabila ditinjau dari penyebabnya, kerusakan bahan pangan dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu kerusakan mikrobiologis, mekanis, fisik, biologis, dan kimia.

1. Kerusakan Mikrobiologis

Bermacam-macam mikroba, seperti kapang, bakteri, dan ragi, mempunyai daya perusak terhadap bahan hasil pertanian. Cara perusakannya adalah menghidrolisis atau mendegradasi makromolekul-makromolekul yang menyusun bahan tersebut menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil. Misalnya, karbohidrat menjadi gula sederhana atau pemecahan lebih lanjut dari gula menjadi asam-asam yang mempunyai atom karbon yang rendah. Protein dapat dipecahkan menjadi gugusan peptida dan senyawa amida serta gas amoniak. Sementara itu, lemak dapat dipecah menjadi gliserol dan asam-asam lemak.

Dengan terpecahnya karbohidrat (pati, pektin, atau selulosa), bahan dapat mengalami pelunakan. Terjadinya asam dapat menurunkan pH, dan terbentuknya gas-gas hasil pemecahan dapat memengaruhi bau dan cita rasa bahan. Kerusakan mikrobiologis ini merupakan bentuk kerusakan yang banyak merugikan serta kadang-kadang berbahaya terhadap kesehatan manusia karena racun yang diproduksi, penularan, serta penularan yang cepat.

Pada umumnya, kerusakan mikrobiologis ini tidak hanya terjadi pada bahan mentah, tetapi juga pada bahan setengah jadi ataupun bahan hasil olahan. Bahan-bahan yang telah rusak oleh mikroba dapat menjadi sumber kontaminasi yang berbahaya bagi bahan-bahan lain yang masih segar. Bahan yang sedang membusuk mengandung mikroba-mikroba yang masih muda dan

dalam pertumbuhan ganas (*log phase*) sehingga dapat menular dengan cepat ke bahan-bahan lain yang ada di dekatnya.

2. Kerusakan Mekanis

Kerusakan mekanis disebabkan oleh adanya benturan-benturan mekanis, misalnya benturan antara bahan itu sendiri atau karena benturan alat dengan bahan tersebut. Pada saat bahan dilemparkan ke dalam unggukan atau ke dalam wadah, terjadi benturan antara bahan dan dinding wadah. Penanganan bahan pangan khususnya sering kali menghasilkan kerusakan mekanis.

Kerusakan mekanis tersebut dapat terjadi pada waktu buah dipanen dengan alat. Misalnya, mangga atau durian yang dipanen dengan galah bambu dapat dirusak oleh galah tersebut atau memar karena jatuh terbentur batu atau tanah keras.

Beberapa umbi-umbian mengalami cacat karena tersobek atau terpotong oleh cangkul atau alat penggali yang lain. Tertindihnya bahan-bahan pangan oleh benda lain dapat menyebabkan kerusakan bahan secara mekanis.

Kerusakan mekanis juga banyak terjadi selama pengangkutan. Barang-barang yang diangkut secara *bulk transportation*, bagian bawahnya akan tertindih dan tertekan bagian atas dan sampingnya sehingga mengalami pememaran, apalagi di dalam kendaraan yang berjalan bahan sering terguncang dengan kuat sehingga banyak mengalami kerusakan mekanis.

Kerusakan mekanis juga dapat disebabkan oleh bahan terjatuh dari tangan atau alat pengangkutan sehingga terbentur dengan benda-benda keras seperti batu atau tanah. Akibatnya, bahan mengalami pememaran.

3. Kerusakan Fisik

Kerusakan fisik disebabkan oleh perlakuan-perlakuan fisik. Misalnya, dalam pengeringan terjadi *case hardening*, dalam pendinginan terjadi *chilling injuries* atau *freeze injuries*, pada bahan yang dibekukan terjadi *freezer burn*, dan pada penggorengan atau pembakaran yang terlalu lama terjadi kegosongan.

Kerusakan dingin (*chilling injuries*) ini disebabkan oleh toksin yang terdapat dalam tenunan hidup. Dalam keadaan netral, toksin ini dapat dinetralkan oleh senyawa lain. Di dalam tanaman diduga toksin yang dikeluarkan adalah asam khlorogenat yang dapat dinetralkan oleh asam askorbat. Dalam proses pendinginan, kecepatan produksi toksin akan

bertambah cepat, sedangkan detoxifikasi menurun. Akibatnya, sel-sel tanaman akan keracunan dan mati kemudian membusuk.

Kemungkinan lain kerusakan dingin ini disebabkan oleh adanya dua macam asam lemak yang terdapat dalam mitokondria, 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 yang terdapat dalam mitokondria lebih besar daripada asam palmitat, bahan akan peka terhadap pendinginan. Demikian pula sebaliknya, apabila kadar asam palmitat lebih besar daripada asam linolenat, bahan akan tahan terhadap pendinginan.

Ada beberapa teori mengenai terjadinya kerusakan beku (*freezing injuries*), di antaranya teori yang terbaru, yaitu kerusakan beku disebabkan oleh kadar air yang terdapat di antara sel-sel tanaman pada suhu pembekuan akan menjadi kristal es. Kristal es tersebut makin lama akan menjadi besar dengan cara menyerap air dari dalam sel-sel di sekitarnya sehingga sel-sel menjadi kering. Akibat dehidrasi ini, ikatan sulfhidril (S-H) dari protein akan berubah menjadi ikatan disulfida (-S-S-) sehingga fungsi protein secara fisiologis akan hilang, demikian juga enzim akan kehilangan fungsinya sehingga metabolisme berhenti dan sel-sel akan mati, kemudian membusuk.

Penyimpanan dalam gudang yang basah dapat menyebabkan bahan dapat menyerap air, misalnya terjadi *hardening* pada tepung-tepung yang kering sehingga tepung-tepung tersebut akan mengeras atau membatu. Proses pengeringan yang tidak tepat pada tepung albumin dapat mengakibatkan hilangnya daya buih atau menyebabkan daya rehidrasi yang sangat rendah. Kerusakan-kerusakan yang terjadi karena lembapnya penyimpanan dapat menyebabkan *Aw* (*water activity*) dari bahan meninggi 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 yang menyimpang dan kerusakan terhadap kandungan vitaminnya. Penggunaan suhu tinggi tersebut menyebabkan *thermal degradation* dari senyawa-senyawa dalam bahan pangan sehingga terjadi penyimpangan-penyimpangan mutu bahan.

Adanya sinar juga dapat merangsang terjadinya kerusakan bahan, misalnya pada lemak.

4. Kerusakan Biologis

Yang dimaksud dengan kerusakan biologis adalah kerusakan yang disebabkan oleh kerusakan fisiologis, serangga, dan binatang pengerat (rodentia). 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 berakhir dengan kerusakan dan pembusukan.

Serangga dan binatang pengerat dapat menyerang bahan, baik di lapangan maupun di dalam gudang. Tikus misalnya dapat menyebabkan kerusakan beberapa macam pembungkusannya dan kemudian memakan isinya. Beberapa macam serangga dapat merusak biji-bijian dan kacang-kacangan, baik di lapangan maupun di gudang, sehingga bahan hancur atau rusak. Masuknya ulat dari serangga ke dalam buah dan sayuran dapat merusakkan bagian dalam dan biasanya hal ini merupakan jalan masuk (*port de antre*) bagi mikroba pembusuk untuk tumbuh dan merusak bahan.

5. Kerusakan Kimia

Kerusakan kimia bisanya saling berhubungan dengan kerusakan lain, misalnya adanya panas yang tinggi pada pemanasan minyak mengakibatkan rusaknya beberapa asam lemak yang disebut *thermal oxidation*. Adanya oksigen dalam minyak menyebabkan terjadinya oksidasi pada asam lemak tidak jenuh yang mengakibatkan pemecahan senyawa tersebut atau menyebabkan terjadinya ketengikan minyak.

Kerusakan biologis biasanya juga merupakan kerusakan kimia karena reaksi enzimatik biasanya aktif dalam proses kerusakan tersebut. Adanya sinar dapat membantu terjadinya kerusakan kimia, misalnya oksidasi lemak atau menjadi lunturnya warna bahan.

Pada perubahan pH suatu jenis pigmen, seperti klorofil dan antosianin, dapat mengalami perubahan warna. Penyimpangan warna normal sering diartikan dengan kerusakan. Demikian juga protein dapat mengalami denaturasi dan penggumpalan dengan adanya perubahan pH.

Terjadinya noda-noda hitam pada makanan kaleng yang disebabkan oleh senyawa FeS merupakan kerusakan kimia yang disebabkan enamel/lapisan

dalam kaleng tidak baik dan terjadi reaksi dengan H_2S yang diproduksi oleh makanan tersebut.

Reaksi *browning* pada beberapa bahan dapat terjadi secara enzimatis ataupun nonenzimatis. *Browning* secara nonenzimatis ini dapat menyebabkan timbulnya warna yang tidak diinginkan, yaitu cokelat, dan hal ini juga merupakan kerusakan kimia.

B. FAKTOR UTAMA KERUSAKAN SAYURAN DAN BUAH-BUAHAN

Kerusakan bahan 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 suhu pemanasan dan pendinginan; kadar air; udara termasuk oksigen; sinar; serta waktu.

1. Bakteri, Kapang, dan Khamir

Mikroba penyebab pembusukan makanan dapat ditemukan di mana saja, baik di tanah, air, udara, di atas kulit atau bulu dari ternak, maupun di dalam usus. Beberapa mikroba juga ditemukan di atas kulit buah-buahan, sayuran, biji-bijian, dan kacang-kacangan.

Mikroba biasanya secara normal tidak ditemukan di dalam tenunan hidup, misalnya daging hewan, daging buah, atau air buah. Misalnya, susu dari sapi yang sehat mula-mula steril ketika masih di dalam kelenjar susu, kemudian setelah diperah akan mengalami kontaminasi dari udara, wadah, atau dari pemerah sendiri. Buah-buahan, sayur-sayuran, biji-bijian, dan kacang-kacangan akan mengalami kontaminasi setelah dikupas kulitnya.

Tumbuhnya bakteri, khamir, atau kapang di dalam bahan pangan dapat mengubah komposisi bahan pangan. Beberapa di antaranya dapat menghidrolisis pati dan selulosa atau menyebabkan fermentasi gula, sedangkan lainnya dapat menghidrolisis lemak dan menyebabkan ketengikan atau dapat mencerna protein dan menghasilkan bau busuk dan amoniak. Beberapa mikroba tersebut dapat membentuk lendir, gas, busa, warna, asam, toksin, dan lain-lain. Jika makanan mengalami kontaminasi secara spontan dari udara, akan terdapat pertumbuhan campuran beberapa tipe mikroba.

Bakteri, khamir, dan kapang senang dengan keadaan yang hangat dan lembap. Sebagian besar bakteri mempunyai suhu pertumbuhan antara $45^{\circ}\text{—}55^{\circ}\text{C}$ dan disebut golongan bakteri termofilik. Beberapa bakteri mempunyai suhu pertumbuhan antara $20^{\circ}\text{—}45^{\circ}\text{C}$ yang disebut bakteri mesofilik dan yang lainnya mempunyai suhu pertumbuhan di bawah 20°C disebut psikrofilik. Spora dari kebanyakan bakteri dapat mempertahankan diri pada suhu air mendidih dan kemudian apabila suhu turun akan segera berkecambah dan bertambah.

Beberapa bakteri dan semua kapang membutuhkan oksigen untuk pertumbuhan. Mikroba ini disebut mikroba aerobik. Sebaliknya, mikroba yang lain tidak dapat tumbuh apabila ada oksigen, mikroba ini disebut mikroba anaerobik.

Dalam keadaan optimum, bakteri memperbanyak diri dengan cepat. Dari satu sel menjadi dua sel hanya memerlukan waktu 20 menit dan seterusnya tumbuh dan berlipat ganda menurut fungsi eksponensial.

Faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan mikroba di antaranya adalah air, RH, suhu, pH, oksigen, mineral, dan lain-lain.

2. Enzim

Enzim yang ada pada bahan pangan dapat berasal dari mikroba atau memang sudah ada pada bahan pangan tersebut secara normal. Enzim ini memungkinkan terjadinya reaksi-reaksi kimia dengan lebih cepat tergantung dari macam enzim yang ada serta dapat mengakibatkan bermacam-macam perubahan pada komposisi bahan pangan.

Jika enzim telah dinaktifkan baik oleh panas, secara kimia, radiasi, maupun perlakuan lainnya; tentu saja reaksi-reaksi tersebut berjalan sangat lambat atau berhenti sama sekali. Beberapa reaksi enzim yang tidak berlebihan bahkan dapat menguntungkan kita, misalnya pada pematangan tomat sesudah dipetik atau pada pengempukan daging selama *aging* dengan enzim papain. Akan tetapi, pengempukan dan pematangan yang berlebihan dapat menyebabkan kebusukan.

Keaktifan maksimum dari enzim pada umumnya terletak antara pH 4—8 atau di sekitar pH 6. Akan tetapi, pepsin masih aktif sampai pH 2 dan enzim fosfatase di dalam darah aktif sampai pH 9.

Jika makanan disterilisasi atau dipasteurisasi untuk menginaktifkan mikroba, sebagian enzim atau seluruhnya rusak dan inaktif. Juga, jika makanan

didinginkan dengan tujuan untuk mengurangi aktivitas mikroba, keaktifan enzim-enzim di dalamnya juga akan terhambat.

Beberapa enzim mungkin lebih tahan terhadap pemanasan, pendinginan, pengeringan, radiasi, atau cara-cara pengawetan lainnya daripada mikroba. Misalnya, pemanasan atau radiasi mungkin efektif untuk membunuh mikroba, tetapi enzim-enzim tertentu mungkin masih dapat aktif.

3. Serangga, Parasit, dan Tikus

Serangga terutama dapat merusak buah-buahan, sayuran, biji-bijian, dan umbi-umbian. Yang menjadi persoalan bukan hanya jumlah bahan pangan yang dimakan serangga tersebut, tetapi yang lebih penting lagi adalah serangga tersebut akan melukai permukaan bahan pangan sehingga dapat menyebabkan kontaminasi oleh bakteri, khamir, atau kapang.

Pada biji-bijian atau buah-buahan kering, biasanya serangga dapat dicegah secara fumigasi dengan beberapa zat kimia, seperti metil bromida, etilen oksida, dan propilen oksida. Etilen dan propilen oksida 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 sentrifus sehingga dengan benturan-benturan yang keras dari dinding sentrifus telur-telur akan pecah. Meskipun pecahan telur tersebut masih tetap tertinggal di dalam tepung, ia tidak dapat memperbanyak diri lebih lanjut.

Tikus merupakan persoalan yang penting di Indonesia, khususnya merupakan ancaman yang berbahaya, baik terhadap hasil biji-bijian sebelum dipanen maupun di dalam gudang. Tikus bukan hanya merugikan karena jumlah bahan yang dimakan oleh tikus, tetapi juga kotoran, rambut, dan urine tikus tersebut dapat merupakan media yang baik untuk bakteri dan dapat menimbulkan bau yang tidak enak.

4. Pemanasan dan Pendinginan

Pemanasan dan pendinginan yang tidak diawasi dengan teliti dapat menyebabkan kebusukan bahan pangan. Apabila pemanasan dilakukan pada suhu 10°—38°C, untuk setiap kenaikan suhu 10°C kecepatan reaksi termasuk reaksi enzimatik dan nonenzimatik rata-rata akan bertambah dua kali lipat. Pemanasan yang berlebihan dapat menyebabkan denaturasi protein,

pemecahan emulsi, menghancurkan vitamin, dan mendegradasi lemak atau minyak.

Pembekuan yang dilakukan terhadap buah-buahan dan sayuran akan menyebabkan bahan tersebut mengalami *thawing* setelah dikeluarkan dari tempat pembekuan sehingga teksturnya menjadi lunak dan dapat menyebabkan kontaminasi oleh mikroba. Buah-buahan dan sayuran setelah dipanen membutuhkan suhu penyimpanan yang optimum, seperti juga kehidupan yang lain. Suhu pendinginan sekitar 4.5°C dapat mencegah atau memperlambat proses pembusukan.

5. Kadar Air

Kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembapan nisbi (RH) udara di sekitarnya. Apabila kadar air bahan rendah, sedangkan RH di sekitarnya tinggi, akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga bahan menjadi basah atau kadar airnya menjadi lebih tinggi. Apabila suhu bahan lebih rendah akan terjadi kondensasi udara pada permukaan bahan dan merupakan media yang baik bagi perkembangbiakan bakteri atau pertumbuhan kapang.

Kondensasi ini tidak selalu berasal dari luar bahan. 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 kelembapan nisbi pada permukaan akan berubah. Uap air ini kemudian dapat berkondensasi pada permukaan bahan pangan, terutama jika suhu penyimpanan turun.

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 di dalam pertumbuhan kapang. Pada umumnya, kapang adalah aerobik. Oleh karena itu, sering ditemukan tumbuh di atas permukaan bahan pangan. Pada bahan pangan yang mengandung lemak, oksigen dapat menyebabkan ketengikan.

Oksigen dapat dikurangi jumlahnya dengan cara mengisap udara keluar secara vakum atau penambahan gas *inert* selama pengolahan, mengganti udara

dengan nitrogen (N) atau CO₂, atau menangkap molekul-molekul oksigen dengan pereaksi kimia.

7. Sinar/Cahaya

Sinar; selain dapat merusakkan beberapa vitamin terutama riboflavin, vitamin A, dan vitamin C; juga dapat merusak warna bahan pangan. Bahan-bahan yang sensitif terhadap sinar dapat dilindungi dengan cara pengepakan di dalam bahan yang tidak tembus sinar.

8. Waktu

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

Pertumbuhan mikroba, keaktifan enzim, kerusakan oleh serangga, pengaruh pemanasan atau pendinginan, kadar air, oksigen, dan sinar, semuanya dipengaruhi oleh waktu. Waktu yang lebih lama akan menyebabkan kerusakan yang lebih besar, kecuali yang terjadi pada keju, minuman anggur, wiski, dan lain-lainnya yang tidak rusak selama *aging*.



LATIHAN

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

- 1) Jelaskan yang dimaksud dengan kerusakan pada sayuran dan buah-buahan!
- 2) Jelaskan jenis-jenis kerusakan bahan pangan dan cara atau proses kerusakan dari masing-masing jenis kerusakan!
- 3) Jelaskan faktor-faktor utama yang menyebabkan kerusakan pada sayuran dan buah-buahan serta kerusakan yang diakibatkannya!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Pelajari kembali apa yang dimaksud dengan kerusakan pada sayuran dan buah-buahan.
- 2) Pelajari kembali jenis-jenis kerusakan, seperti kerusakan mikrobiologis, kerusakan mekanis, kerusakan fisik, kerusakan biologis, dan kerusakan kimia.
- 3) Pelajari kembali faktor-faktor penyebab kerusakan sayuran dan buah-buahan, seperti bakteri, kapang, dan khamir; enzim; serangga; parasit dan tikus; pemanasan dan pendinginan; kadar air; udara dan oksigen; sinar/cahaya; serta waktu.

**RANGKUMAN**

Sejak dipanen, bahan pangan hasil hortikultura akan mengalami kerusakan. Kerusakan pada bahan pangan ini berupa penyimpangan dari keadaan normal. Ditinjau dari penyebab kerusakan, dibedakan beberapa jenis kerusakan bahan pangan sebagai berikut:

1. kerusakan mikrobiologis,
2. kerusakan mekanis,
3. kerusakan fisik,
4. kerusakan biologis,
5. kerusakan kimia.

Adapun faktor-faktor penyebab kerusakan pada sayuran dan buah-buahan dibedakan sebagai berikut:

1. bakteri, kapang, dan khamir yang mengontaminasi bahan pangan;
2. enzim yang dapat berasal dari mikroba atau dari bahan pangan itu sendiri;
3. serangga, parasit, dan tikus;
4. pemanasan dan pendinginan;
5. kadar air;
6. udara dan oksigen;
7. sinar/cahaya;
8. waktu.

**TES FORMATIF 3**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Yang dimaksud dengan kerusakan pada bahan pangan adalah
 - A. penyimpangan konsistensi dan tekstur dari keadaan normal
 - B. penyimpangan pada batas yang tidak dapat diterima secara normal
 - C. pancaindra atau parameter lain digunakan untuk melihat kerusakan
 - D. buah petai yang terlihat utuh dan bagus/tanpa cacat
- 2) Bentuk kerusakan yang banyak merugikan dan kadang-kadang membahayakan kesehatan adalah jenis kerusakan
 - A. mekanis
 - B. mikrobiologis
 - C. fisik
 - D. biologis
- 3) Sehubungan dengan kerusakan kimia, yaitu
 - A. oksidasi asam lemak tidak jenuh sehingga terjadi ketengikan pada minyak
 - B. perubahan pH yang mengakibatkan denaturasi protein bahan pangan
 - C. jawaban A dan B benar
 - D. tidak ada jawaban yang benar
- 4) Kegiatan kerusakan yang diakibatkan oleh enzim dapat diatasi dengan cara
 - A. pemanasan
 - B. kimia
 - C. radiasi
 - D. vitamin dan lemak
- 5) Udara, oksigen, dan cahaya merupakan faktor penyebab kerusakan
 - A. mutu bahan pangan
 - B. denaturasi protein
 - C. vitamin A dan C
 - D. vitamin dan lemak

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.

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

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

Tes Formatif 2

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

Tes Formatif 3

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

Daftar Pustaka

- Muchtadi, T.R., dan Sugiyono. (2013). *Prinsip proses dan teknologi pangan*. Bandung: CV Alfabeta.
- Muchtadi, T.R., Sugiyono, & Ayustaningwarno, F. (2010). *Ilmu pengetahuan bahan pangan*. Bandung: CV Alfabeta.
- Pujimulyani, D. (2009). *Teknologi pengolahan sayur-sayuran dan buah-buahan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.