

VII. Panen dan Penanganan Pascapanen Sayuran

7. 1. PENDAHULUAN

7.1.1. Deskripsi Singkat

Dalam Pokok Bahasan VII akan dibahas mengenai kriteria panen sayuran dan penanganan pascapanen sayuran.

7.1.2. Outcome Pembelajaran

Setelah mempelajari Pokok Bahasan VII ini diharapkan mahasiswa akan dapat menentukan saat panen dan penanganan yang cocok untuk sayuran tertentu.

7. 2. Penyajian Materi

Sangat penting untuk menghasilkan sayuran dengan kualitas tinggi sampai di tangan konsumen. Idealnya, kualitas sayuran pada saat sampai ke tangan konsumen harus sama dengan kualitas sayuran pada saat dipanen supaya dapat memperoleh harga jual yang tinggi. Hal ini mudah dicapai apabila jarak antara tempat budidaya tanaman sayur dengan konsumen dekat. Apabila jaraknya semakin jauh maka rontal pemasaran akan semakin panjang, hal ini dapat menyebabkan kualitas dan kuantitas sayuran akan menurun ketika sampai di tangan konsumen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa apabila penanganan pascapanen kurang baik maka penurunan hasil sayuran dapat mencapai 22-70%. Kehilangan hasil setiap hari bervariasi antara 3-11%. Hal ini karena hasil sayuran mengalami kemunduran (*decay*), terlalu matang (*over-ripening*), kerusakan mekanis (*mechanical injury*), susut berat (*weight lost*), perempelan (*trimming*), bertunas (*sprouting*) dan mengalami pencoklatan (*browning*).

Kualitas sayuran ditentukan oleh dua faktor, yaitu faktor genetis dan lingkungan. Setelah sayuran dipanen, tidak ada perlakuan yang dapat meningkatkan kualitas hasil, yang dapat dilakukan adalah mempertahankan kualitas hasil. Untuk meminimalkan penurunan kualitas dan indeks sampah (kuantitas) setelah panen, sayuran harus dipanen, ditangani dan disimpan dengan penuh perhatian.

Jika sayuran sudah dipanen atau dipetik dan tanaman induknya, umumnya fotosintesis telah berhenti tetapi respirasi tetap berjalan untuk tetap mempertahankan proses fisiologis dalam sel-selnya. Secara teoritis, lamanya umur simpan (*storage life*) sayuran tergantung pada lama waktu cadangan makanan (*length of time the storage food*) dan air yang diperlukan dalam respirasi dan transpirasi. Oleh karena cadangan makanan dan air berkurang terus-menerus, maka kualitas sayuran menurun sampai sayuran menjadi tidak layak lagi untuk

dikonsumsi manusia. Dengan menurunnya cadangan makanan, kerentanan sel terhadap serangan mikroorganisme meningkat. Memar (*bruising*) dan kerusakan mekanis lainnya dapat menyebabkan masuknya mikroorganisme dan mempercepat respirasi produk.

Dan waktu panen sayuran sampai sayuran dimasak, tindakan pencegahan harus diberikan untuk memperlambat penurunan cadangan makanan dan air serta mencegah masuknya mikroorganisme. Hal ini mensyaratkan bahwa sayuran dipanen, dikemas, diangkut, dibongkar dan dikemas lagi dengan hati-hati.

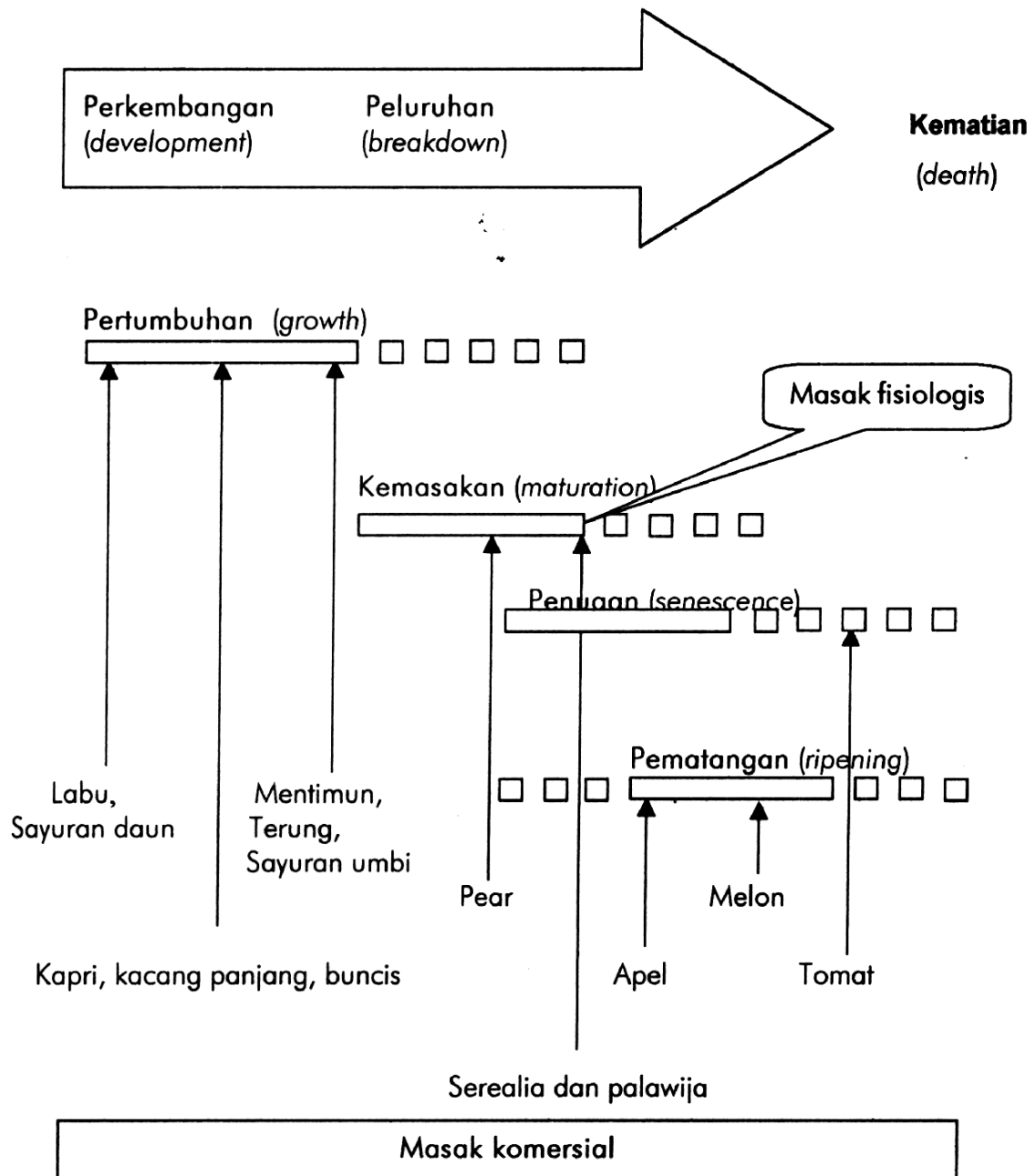
7.2.1. Subpokok Bahasan VII.1.

VII. 1. Kriteria Panen Sayuran

Sayuran harus dipanen pada tahap kemasakan (*maturity*) yang tepat. Sayuran tertentu harus dipanen pada tahap pertumbuhan yang tepat, jika tidak, sayuran tersebut akan cepat tidak dapat dikonsumsi lagi, seperti mentimun gerkin, jagung manis, kapri, okra, kedelai, kacang panjang, paria, terung dan asparagus. Pertimbangan harga merupakan faktor penentu waktu panen. Jarak antara pasar dengan lama waktu sayuran masih layak dikonsumsi harus pula dipertimbangkan. Sebagai contoh, untuk pasay yang dekat, tomat dapat dipanen pada saat sudah matang (warna merah) atau dekat dengan matang, akan tetapi apabila jarak pasarnya jauh (> 500 km) sehingga rantai pemasarannya panjang, tomat harus dipanen pada saat masak hijau (*green mature*). Kesulitan yang didapatkan adalah memisahkan antara buah tomat yang telah masak dengan yang belum karena ukuran dan mengkilapnya buah (*glossiness*) tidak bisa menjadi patokan, terutama bagi pekerja yang belum berpengalaman. Untuk itu, dapat dibakukan dengan mengambil sampel buah kemudian buah dibelah dengan pisau dan apabila bijinya tergelincir dan bilah pisau berarti buah telah masak sehingga buah yang sama ukuran dan umurnya kemungkinan telah masak. Beberapa tanaman sayur dapat dipanen pada tahap setelah bagian yang dapat dimakan telah mencapai ukuran yang sudah dapat dimanfaatkan, misalnya seperti ubi jalar, labu Siam, Sawi putih dan pak-choi.

Jadi sayuran dapat dipanen apabila sayuran tersebut sudah mencapai masak fisiologis atau telah masak komersial. Masak fisiologis terjadi apabila pertumbuhan (*development*) dan kemasakan (*maturation*) dan sayuran telah maksimum. Jadi masak fisiologis merupakan salah satu tahapan dalam kehidupan organ tanaman. Contoh tanaman sayuran yang dipanen pada saat masak fisiologis adalah tomat, semangka dan melon. Masak komersial adalah tercapainya kondisi organ tanaman telah sesuai dengan selera konsumen. Masak komersial ini tidak selalu bersamaan dengan masak fisiologis, bisa lebih awal atau lebih akhir. Masak komersial dapat terjadi pada tahapan perkembangan (*development*) atau penuaan (*senescence*) dan organ tanaman sayur. Gambar 15 memperlihatkan umur

fisiologis pada saat masak komersial dan beberapa komoditas hortikultura termasuk sayuran.



Gambar 1 5. Umur fisiologis pada saat masak komersial dan beberapa komoditas.

Panen sayuran biasanya didasarkan atas kriteria tertentu yang tergolong dalam masak komersial yang mencakup kenampakan dan tingkat perkembangan atau kemasakan yang masih dapat diterima oleh konsumen.

Penentuan saat panen sayuran didasarkan atas:

1. Perubahan kenampakan (visual):
 - a. Perubahan warna.

- b. Perubahan bentuk dan ukuran.
 - c. Adanya daun-daun yang menua (senescence).
 - d. Tubuh tanaman mengering.
 - e. Buah atau biji sudah berkembang penuh.
2. Perubahan fisik:
 - a. Buah mudah dilepaskan dan tanaman induknya.
 - b. Perubahan kekerasan daging buah.
 - c. Meningkatnya berat jenis dan padatan tenlarut.
 3. Perubahan kimiawi:
 - a. Meningkatnya kandungan gula atau total padatan tenlarut.
 - b. Menurunnya kandungan asam.
 - c. Rasio total padatan terlarut dengan kandungan asam.
 4. Perubahan fisiologis:

Kelakuan respirasi dapat untuk menera tingkat kematangan (ripening).
 5. Komputasi (penghitungan):
 - a. Menghitung (menjumlahkan) suhu harlan mulal sejak benih ditanam sampai komoditas siap dipanen (degree days atau heats unit).
 - b. Menghitung umur tanaman sejak benih ditanam sampai komoditas slap dipanen.

Panduan untuk panen beberapa komoditas sayuran tercantum dalam Tabel 9. Sebagian besar sayuran, tanda-tanda siap panennya berdasarkan pada kenampakan visualnya. Dan kenampakan visual tersebut kemungkinan untuk petani tanaman sayur dalam skala usaha kecil dan untuk pasar lokal sudah mencukupi tetapi harus diingat bahwa lingkungan tumbuh tanaman sayur luga mempengaruhi kenampakan visual sayuran tersebut. Sebagai contoh, pemberian nitrogen yang tinggi akan menghasilkan tanaman sayur dengan intensitas warna hilau yang lebih kuat (warna lebih hijau). Suhu yang tinggi setelah tomat dipanen akan menyebabkan tomat tidak dapat memberikan warna merah yang disukai oleh konsumen, tetapi warnanya akan menjadi oranye kekuningan.

Untuk pasaran ekspor, persyaratan negara importir untuk komoditas tidak hanya berdasarkan kenampakan visual saja, tetapi juga kandungan kimiawi komoditas. Sebagai contoh Canada, jahe untuk industri (untuk olahan) harus mempunyai sisa serat kurang dan 9% dan kandungan patinya lebih dan atau sama dengan 45%; sementara di Amerika Serikat, jahe yang dikehendaki kandungan seratnya kurang dan 8% dan kandungan patinya lebih dan atau sama dengan 42%. Untuk mencapai syarat tersebut jahe varietas Hawaii harus dipanen umur 7-8 bulan, rhizome sudah cukup besar (200 g per rhizome). Untuk pasar lokal biasanya jahe dipanen setelah berumur 10 bulan.

Untuk sayuran yang mengandung banyak air (turgid) pada pagi hari seperti mentimun lalab, paling baik apabila dipanen pada sore hari setelah sinar matahari tidak terik untuk mencegah timbulnya memar. Komoditas sayuran yang tidak banyak mengandung air tidak begitu rentan terhadap kerusakan. Akan tetapi, jagung manis harus dipanen pada malam hari atau dan hari untuk mempertahankan kualitas rasa yang tetap enak, sebab dengan meningkatnya suhu udara, jagung manis akan kehilangan kesegaran dan rasa manisnya. Hindarkan komoditas sayuran daun, bunga dan buah terhadap teriknya sinar matahari.

Tabel 9. Tanda-tanda tanaman sayur siap dipanen

Komoditas sayuran	Tanda-tanda siap panen
Sayuran umbi akar, bulb dan tuber	
1. Lobak	Akar sudah cukup besar dan renyah Varietas genjah 3-4 minggu setelah tanam Varietas dalam : 8-14 minggu setelah tanam.
2. Wortel	Akar sudah cukup besar (diameter \pm 2 cm) dan renyah.
3. Kentong, bawang putih, bawang merah, bawang bombay, ketela rambat, jahe	Bagian atas tanaman (daun-daun dan batang) sudah mengering dan rebah (lewat masak umbi keras/liat dan berserat).
4. Bawang sayur (green onion)	Panjang dan lebar daun mencapai maksimum.
Sayuran batang	
Asparagus	Batang muda tingginya sudah mencapai 12,5- 20 cm dan sebelum pucuk batang pecah mengeluarkan daun-daun.
Sayuran daun	
1. Selada, pak-chol, sawi	Daun dan pelepah daun cukup besar dan cukup keras tetapi belum berbunga (kelewat masak daun dan pelepahnya menjadi ulet dan pahit, tangkai bunga memanjang).
2. Kubis	Head kompak (kelewat masak head pecah)
3. Seledri	Dataran rendah: 62-1 10 hon Dotaran tinggi: 81-1 25 hail. Doun cukup besar tetapi sebelum menjadi berserot.
Sayuran bunga	
1. Cauliflower	Bunganya kompak (curd), intensitas warna masih jelas, daun bunga belum kuning (lewat

2. Brokoli	<p>masak tangkai tandan bunga memanjang dan bunga lepas-lepas).</p> <p>Flower head masih kompak, daun bunga belum kuning (lewat masak flower head pecah).</p>
Sayuran buah	Polong sudah tenisi tetapi biji di dalamnya
1. Kacang panjang, kecipir, buncis, kapri	masih sangat muda dan bila polong dipatahkan berbunyi, ujung polong sudah bisa dibengkokkan.
2. Kacang limadankacang gude	Polong sudah terisi penuh dan mulai kehilangan warna hijau (berubah menjadi coklat), kandungan pati dan protein meningkat.
3. Okra	Polong sudah terisi penuh tetapi masih muda, ujung polong bila dipatahkan berbunyi, laju pertumbuhan sudah maksimum.
4. Labu botol (labu air), gambas, pare ular	Buah masih dalam tahap pertumbuhan, kulit masih lunak, sebelum masak. Kelewat masak bila buah dipijit dengan ujung kuku ibu jari tidak dapat menembus daging buah.
5. Terong, pare, labu siam, mentimun	Buah sebelum masak (immature), kulit buah halus, berwarna cerah (tajam). Apabila kelewat masak warna kulit buah menjadi pudar atau berubah dan ukuran biji menjadi besar dan keras.
6. Jagung manis	Jika ujung kuku ibu jari menekan biji (kernel) maka akan keluar cairan seperti susu.
7. Tomat	Warna buah berubah dari hijau menjadi warna jingga. Apabila buah dibelah biji tergelincir keluar menempel pada pisau.
8. Cabai	Warna buah hijau tua menjadi hijau pudar atau merah.
9. Blewah	Buah mudah dilepaskan dan tangkainya dengan diputar uringan.
10. Melon	Terjadi perubahan warna daging buah dan

hijau keputihan terang menjadi cream, aroma buah menyengat. Buah mudah dilepaskan dan tangkainya dengan diputar ringan.

Komoditas Sayuran

Tanda – tanda siap panen

11 .Semangka

Warna bagian pangkal buah berubah menjadi cream, jika buah ditepuk akan berbunyi nyaring bergema.

Cara panen sayuran dapat dilakukan secara manual dengan tangan, yaitu dipetik (bisa juga dibantu dengan pisau atau sabit) maupun secara mekanik dengan mesin. Pemetikan hasil sayuran harus dilakukan, dengan hati-hati. Apabila hasil panen dalam kondisi baik, maka:

- a. Mengurangi pintu masuknya mikroorganisme sehingga juga akan mengurangi busuknya sayuran
- b. Memperlambat laju respirasi sehingga memperlambat perombakan cadangan makanan. Hal ini akan memperpanjang umur simpan komoditas.
- c. Memperkecil transpirasi sehingga akan memperkecil mengisutnya atau mengerutnya (shrivelling) komoditas.
- d. Memperkecil dihasilkannya gas etilen dan komoditas. Etilen dapat menginduksi pematangan, menjadikan komoditas menguning, menurunkan kandungan klorofil, mempercepat bertunasnya komoditas. Adanya gas etilen ini akan memperpendek umur simpan komoditas.

7.2.2. Subpokok Bahasan VII.2.

VII.2. Penanganan Pascapanen Sayuran

Kehilangan hasil sayuran setelah dipanen dapat disebabkan karena teknis, seperti busuk, komoditas menjadi kuning, komoditas layu dan kering; maupun nonteknis seperti buruknya sarana transportasi dan fasilitas penyimpanan, kondisi cuaca yang buruk, inefisiensi dalam distribusi dan kurangnya permintaan pasar. Kehilangan hasil panen komoditas sayuran ini secara langsung juga akibat dan perubahan kimiawi di dalam komoditas yang dapat dilihat, seperti menguningnya komoditas, menjadi lunaknya komoditas dan bertunasnya komoditas tersebut, yang kesemuanya ini secara langsung akan menurunkan bahkan hilangnya nilai jual komoditas tersebut (label 10).

Kemunduran komoditas sayuran juga diakibatkan oleh berubahnya tekstur, rasa dan aroma yang berpengaruh pada kualitas sayuran, contohnya hilangnya aroma yang tajam dan lobak, seledri dan mentimun serta hilangnya kekerasan (liatnya) polong buncis. Perubahan-

perubahan tersebut juga akan menurunkan nilai gizi dan komoditas tersebut. Perubahan-perubahan tersebut terjadi akibat dari proses fisiologis, oleh karenanya kemunduran komoditas seperti ini disebut dengan kemunduran fisiologis.

Tabel 10. Perubahan fisiologis sayuran yang menyebabkan kemunduran hasil

Sayuran	Kemunduran akibat biologis
Sayuran daun	Menguning
Cauliflower dan brokoli	Bunga-bunga mekar, bunga men ladi
Jagung manis dan jagung semi	lunak
Okra	Hilangnya rasa manis
Mentimun	Buah menjadi lunak
Buncis	Menguning
Tomat dan cabai	Menguning dan lunak
Asparagus	Biji berkecambah
Bawang bombay, bawang putih, ketela rambat, kentang, lahe	Batang memanjang dan daun-daun pecah
Wortel	Umbi menjadi lunak

Kemunduran komoditas sayuran juga dapat terjadi karena ketidakhati-hatian dan kasarnya dalam memetik komoditas, mengemas dan membongkar dan kemasan. Kerusakan juga dapat timbul pada waktu memotong komoditas, rusak akibat tertusuk, pecah, terlipat, berubah bentuk dan ukuran serta sebagian atau keseluruhan komoditas terlepas dan kulit terluar yang melindunginya. Kerusakan yang seperti ini disebut kerusakan mekanis. Biasanya busuk merupakan penyebab utama dan kehilangan hasil komoditas. Sebagian besar mikroorganisme masuk ke dalam komoditas melalui jaringan yang luka. Jaringan yang rusak akibat kemunduran fisiologis juga sangat rentan terhadap serangan mikroorganisme. Serangan serangga setelah komoditas dipanen tidak seserius akibat busuk, akan tetapi akan menjadi masalah utama apabila sayuran akan diekspor dan negara importir tidak menghendaki komoditas membawa hama ke negaranya. Oleh karena itu, penting kiranya untuk tetap mempertahankan kesegaran dan meminimalkan kerusakan sayuran setelah dipanen untuk tetap dapat meniaga mutunya dan harga jual komoditas tersebut.

Tergantung pada apakah sayuran setelah dipanen akan segera dijual atau disimpan terlebih dahulu, dan tujuan pasarnya apakah pasar domestik atau untuk diekspor, sayuran akan diperlakukan berbeda-beda setelah dipanen. Sayuran akan dibersihkan, dilakukan grading dan sortasi, diperlakukan dengan bahan kimia, dikemas, didistribusikan ke pasar atau

disimpan sebelum dijual. Tahap penanganan pascapanen sayuran yang harus dilalui tergantung pada macam sayurannya, keinginan konsumen dan tujuan menanam sayur.

1. Cleaning (pembersihan)

Tujuan membersihkan sayuran adalah untuk menghilangkan kotoran, benda-benda asing, sisa-sisa tanaman yang menempel pada hasil panen, getah, dan lain-lain serta supaya komoditas lebih menarik dan memperlahankan nilai jualnya. Membersihkan komoditas dapat dengan cara mencucinya (dapat disemprot dengan air atau direndam). Apabila pencucian komoditas tidak dilakukan dengan air mengalir, air harus seringkali diganti untuk mencegah serangan mikroorganisme yang dapat mempercepat penurunan kualitas. Untuk sayuran umbi, cenderung cepat bertunas bila dicuci, seperti pada kentang dan jahe, sayuran ini harus cepat dikeringkan telah dicuci. Mencelupkan ke dalam larutan sodium hipoklorit 100% akan memperkecil terjadinya pembusukan, terutama jika air yang digunakan untuk mencuci tidak mengandung klorin.

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

2. *Trimming* (perempelan).

Trimming adalah menghilangkan atau memotong bagian tanaman yang tidak disukai konsumen atau menyebabkan umur simpan lebih pendek. Perempelan umumnya dilakukan pada sayuran daun, seperti pak-choi, mustard, sawi putih, kubis dan sayuran akar seperti wortel dan lobak yang dihibangkan daunnya, juga cauliflower, terutama jika sayuran tersebut akan dikirim ke pasar yang jauh. Perempelan dilakukan untuk membuang bagian sayuran yang rusak (luka), warna berubah atau bentuk yang cacat pada saat panen supaya penampilan komoditas tetap bagus. Perempelan juga mengurangi biaya pengangkutan dan penanganan pascapanen. Perempelan hendaknya dilakukan segera setelah panen sayuran.

Bawang bombay, bawang putih dan bawang merah dipanen ketika bagian trubusnya kering sehingga *trimming*, pada komoditas sayuran ini disebut sebagai topping (menghilangkan bagian vegetatif sebelah atas), tidak perlu dilakukan karena kandungan air bulb dan trubus relatif rendah. Akan tetapi apabila panen bawang bombay, bawang merah dan bawang putih dilakukan pada saat bagian trubusnya masih hijau, topping dilakukan dengan memotong bagian trubus hingga 2-3 cm di atas leher bulb karena

bagian trubus yang masih hilau akan mengalami perombakan yang cepat sehingga akan menimbulkan kondisi yang sesuai bagi berkembangnya mikroorganismenya.

3. Curing (penyembuhan).

- a. Memberikan kekuatandan penyembuhan secara cepat dan memar atau luka pada umbi batang dan Jmbi akar (tuber and root).
- b. Menutup leher umbi bawang.

Setelah panen umbi, curing perlu dilakukan untuk membatasi masuknya organisme penyebab busuk ke dalam tuber atau root. Curing ini juga dilakukan untuk meningkatkan pembentukan kulit terluar dengan warna yang baik. Curing dapat dilakukan dengan menata umbi untuk diangin-anginkan atau dimasukkan ke dalam kotak atau kantung yang berventilasi selama beberapa hari hingga beberapa minggu. Selama curing dilakukan, komoditas sayuran jenis ini biasanya mengalami susut berat.

4. Waxing

Pelapisan lilin atau bahan serupa lilin pada komoditas.

Tujuannya adalah:

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

Waxing merupakan pelapisan lilin tipis pada sayuran. Hanya sayuran yang sudah masak dan berkualitas bagus yang diberi pelapis lilin . Pelapisan lilin tidak boleh terlalu tebal atau terialu tipis. Pelapisan lilin cukup tipis sehingga pertukaran gas masih memungkinkan terjadi dan cukup tebal pula untuk memperkecil transpirasi. Sayuran yang biasanya diberi pelapis lilin adaiah mentimun, cabal, kentang, semangka, labu, terung, tomat dan wortel.

5. Grading dan Sorting

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

Sortosi adalah pemilahan komoditas berdasarkan kriteria yang diperlukan. Sortosi dilakukan bersamaan atau setelah grading dilakukan. Sayuran yang rusak, luka, terserang penyakit, warna tidak bogus dan cacat lainnya dipisahkan dan sayuran yang baik penampilannya.

6. *Precooling* (pendinginan awal)

Pendinginan awal komoditas sayuran dimaksudkan untuk menghilangkan panas lapangan secara cepat dan komoditas sebelum dikirim atau disimpan. Makin cepat pendinginan awal dilakukan makin baik.

Kecepatan pendinginan tergantung pada:

- a. Beda suhu antara komoditas dan media pendingin.
- b. Aksesibilitas media pendingin ke komoditas.
- c. Kecepatan media pendingin.
- d. Macam dan sifat media pendingin.

Pendinginan awal komoditas dapat dilakukan di ruang pendingin (*room cooling*), *forced air cooling*, *hydrocooling*, *contact icing* atau *top ice*, *vacuum cooling* maupun *evaporatif cooling*.

a. *Room cooling*.

Kecepatan udara minimum 60 m/menit. Hasil dapat didinginkan dan disimpan di ruang yang sama. Pendinginan dengan *room cooling* relatif lambat.

b. *Forced air/pressure cooling*.

Mendinginkan dengan meletakkan komoditas dalam kemasan pada lorong yang dialiri dengan udara dengan kecepatan 200-400 m/menit. Hasil harus segera dipindahkan dan lorong setelah dingin. Saat di dalam lorong, komoditas tidak tertutup dalam kontainer berventilasi. Pendinginan dengan cara ini dapat divariasikan dengan menggunakan udara dingin dan lembab.

c. *Hydrocooling*.

Metode ini merupakan metode pendinginan yang cepat dan murah. Pendinginan awal komoditas dengan *hydrocooling* menggunakan air dingin sekitar 0°C. Sayuran yang akan diturunkan suhunya direndam dalam air atau dilewatkan di bawah pancuran air dingin. Ini juga sekaligus membersihkan komoditas, akan tetapi apabila air yang dipergunakan tidak sering diganti bisa menimbulkan kontaminasi mikroorganisme. Dengan cara pendinginan seperti hasil sayuran tidak banyak kehilangan berat.

d. *Contact Icing atau Top Ice.*

Saat ini metode ini hanya sebagai metode tambahan bagi metode lain. Pendinginan awal dengan metode ini dilakukan dengan menggunakan pecahan-pecahan es atau bubuk es (es cair: 40% air + 60% es + 0,1 % garam).

e. *Vacuum cooling.*

Komoditas sayuran dimasukkan ke dalam kontainer, ditutup rapat dan tekanan udara diturunkan sampai kurang lebih 660 pascal (5 mm Hg). Pada tekanan udara normal (760 mmHg= 1 atm) air menguap pada 100°C, tetapi pada tekanan udara 5 mm Hg air menguap pada 1°C. Komoditas sayuran didinginkan melalui evaporasi air di permukaan komoditas. Kelemahan metode ini adalah kandungan air komoditas mengalami penurunan kurang lebih 1% untuk setiap penurunan suhu 5°C, untuk memperkecil turunnya kandungan air komoditas dilakukan penyemprotan air.

f. *Evaporatif Cooling*

Udara kering didinginkan dengan meniupkannya pada permukaan air/benda basah.

7. *Packaging* (pengemasan).

Pengemasan hasil sayuran harus dilakukan dengan kontainer (wadah) yang sesuai. Dengan wadah yang sesuai akan membantu mempertahankan kualitas sayuran. Wadah yang bagus tidak hanya digunakan untuk mewadahi sayuran saja tetapi juga melindungi sayuran dari kerusakan mekanis dan kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Selain itu wadah juga harus tidak menyebabkan memar atau luka pada komoditas, tidak menimbulkan tekanan dan suhu yang panas (*overheating*), menjamin komoditas tetap bersih dan mencegah terjadinya infeksi mikroorganisme, mempertahankan mutu penjualan komoditas dan mudah didapatkan dengan harga yang relatif murah.

Wadah yang ideal tergantung pada macam komoditas yang akan dikemas, tipe pembongkaran (dengan mesin atau secara manual), jenis perlakuan yang akan dikenakannya, metode penjualannya, jarak pasar, kondisi lingkungan selama penanganan, harga jual komoditas dan ketersediaan wadahnya.

Di negara-negara Asia, keranjang bambu banyak digunakan sebagai wadah sayuran. Apabila keranjang bambu digunakan sebagai wadah hendaknya dinding keranjang dilapisi kertas koran, jerami, rumput, pelepah daun pisang, daun pisang atau film ethylene.

8. *Transportation* (pengangkutan).

Sayuran diangkut untuk dibawa ke pasar, pabrik pengolahan atau tempat penyimpanan (*cold storage*). Alat pengangkut dan kondisi pengangkutan sangat mempengaruhi hasil sayuran. Suhu di dalam wadah sayuran dapat meningkat selama pengangkutan pada siang hari yang panas. Meningkatnya suhu ini akan memacu kemunduran hasil sayuran. Dengan demikian, apabila alat pengangkutannya tidak dilengkapi mesin pendingin, hendaknya pengangkutan hasil sayuran dilakukan pada dini hari atau malam hari.

Apabila pengangkutan dengan menggunakan truck, penyusunan wadah hendaknya tetap memungkinkan terjadinya ventilasi udara yang baik. Wadah hendaknya disusun miring ke bawah supaya sirkulasi udara di bawah wadah tetap baik. Hal ini sangat penting bagi wadah sayuran yang tidak akan dipindah – pindahkan selama pengangkutan berlangsung.

9. *Storage* (penyimpanan)

Hasil sayuran harus disimpan apabila belum akan dipasarkan atau diolah. Penyimpanan sayuran ini akan memperpanjang kegunaan dan ketersediaan sayuran karena kemunduran kesegaran kesegaran dapat diperkecil. Selain itu, juga akan meningkatkan keuntungan selama ketersediaan sayuran pada suatu waktu langka. Penyimpanan dapat dilakukan di dalam refrigerator atau tanpa refrigerator (*unrefrigerated*).

a. Penyimpanan di dalam refrigerator.

Penyimpanan sayuran di dalam refrigerator (*cool storage*) merupakan cara yang paling baik untuk memperpanjang umur simpan komoditas sayuran karena penyimpanan pada suhu rendah dapat menekan laju respirasi, reaksi enzimatik dan aktivitas metabolisme yang lain; penuaan karena pematangan, pelunakan dan perubahan warna dan tekstur; kehilangan air dan pelayuan; kerusakan karena bakteri dan jamur; serta pertumbuhan yang tidak dikehendaki seperti bertunasnya umbi.

Oleh karena komoditas memperoleh suhu dan kelembaban relatif yang optimum sehingga komoditas tetap terjaga kesegarannya untuk jangka waktu yang relatif lama. Suhu dan kelembaban relatif ruang pendingin harus disesuaikan dengan suhu (Tabel 11) dan kelembaban relatif (Tabel 12) yang dikehendaki oleh setiap komoditas sayuran. Setiap komoditas hendaknya didinginkan secepat mungkin. Sayuran umbi akar dan batang harus di curing terlebih dahulu sebelum disimpan untuk mencegah terjadinya infeksi mikroorganisme.

Tabel 11. Suhu ruang pendingin (*cool storage*) untuk komoditas sayuran

Komoditas sayuran	Suhu ruang simpan
Kubis, asparagus, jagung manis, cauliflower, seledri, bawang bombay, kecipir, selada, bawang putih, kubis china.	1,7°C
Semangka, blewah, daun bawang, wortel, kentang, lobak, pak-choi.	4,4°C
Jahe, labu air, melon, buncis, terung, pare, gambas, tomat, kacang panjang	7,2°C
Mentimun, okra, tomat, cabal, labu	10°C

Hanya produk yang berkualitas bagus yang dapat disimpan di ruang pendingin. Cool storage tidak dapat mempertinggi kualitas sayuran. Kesalahan umum yang terjadi adalah menyimpan sayuran yang kualitasnya jelek atau memar dan berharap produk seperti ini dapat dipertahankan untuk waktu yang lama. Kualitas produk yang jelek meskipun disimpan dalam cool storage tidak dapat bertahan lama walaupun respirasi dapat ditekan tetapi kerentanan terhadap busuk tinggi.

Sayuran harus sesegera mungkin didinginkan setelah dipanen. ini dapat dilakukan sebelum atau selama diangkut atau sayuran dibawa sesegera mungkin ke ruang pendinginan. Pada kubis penundaan penyimpanan 48 jam akan mempertinggi rusaknya sayuran dua kali lipatnya dan meningkatnya degradasi klorofil. Penundaan penyimpanan cauliflower 16 jam memacu pembusukan dan susut berat tetapi tidak untuk degradasi klorofil. Apabila penundaan penyimpanan sayuran di refrigerator tidak dapat dihindari, sayuran dapat diberi es balok.

Tabel 1 2. Kelembaban relatif ruang pendingin (*cool storage*) untuk sayuran

Komoditas sayuran	Kelembaban relatif
Kentang, jahe, semangka, melon, blewah	80%
Okra, wortel, mentimun, pare, terung, cabal, kacang panjang, lobak, labu, tomat, gambas	90%
Asparagus, kubis, kubis china, seledri, cauliflower, jagung manis, selada	95%

Sebagai patokan untuk menentukan suhu ruang simpan yang paling baik bagi sayuran adalah sayuran yang *tergolong cool-season crops* atau sayuran dataran tinggi suhu ruang simpannya lebih rendah daripada suhu ruang simpan untuk sayuran yang tergolong *warm-season crops* atau sayuran dataran rendah.

Apabila sayuran yang disimpan di dalam *cool storage* akan dikeluarkan, harus ditransfer di ruang yang bersuhu 21,1°C sebelum dikeluarkan ke suhu ruang untuk mencegah berkeringatnya atau kondensasi air dan permukaan sayuran. Apabila kondensasi tidak dapat dihindari, sayuran dijering tipis pada nampan di tempat yang teduh untuk mengeringkan air, cara ini dapat dibantu dengan blower.

b. Penyimpanan unrefrigerated.

Penyimpanan unrefrigerated dapat dilakukan dengan cara :

- 1) Penyimpanan di dalam tanah untuk kentang dan ubi jalar. Hal ini berarti meninggalkan tanaman tetap di dalam tanah setelah tanaman mencapai ukuran tertentu (untuk ubi jalar dan taro) dan telah masak (untuk kentang). Ubi jalar akan terus bertambah ukurannya setelah mencapai ukuran untuk dipasarkan sementara bagian trubusnya telah mati. Panen dapat ditunda beberapa bulan untuk ubi jalar dan tiga sampai enam bulan untuk kentang.
- 2) Penyimpanan dengan ventilasi (*ventilated storage*). Ini dilakukan untuk memperoleh ventilasi yang mencukupi bagi sayuran. Menggantungkan bawang merah dan bawang putih merupakan cara yang paling sederhana dan penyimpanan berventilasi. Di daerah yang bersuhu rendah, rumah penyimpanan kentang mempunyai aliran udara masuk di sisi dekat lantai dan keluar dekat dengan atap. Aliran udara yang keluar dan masuk ke dalam rumah penyimpanan diatur secara mekanis dengan thermostat yang mengukur suhu di dalam dan di luar ruangan. Udara akan masuk ke dalam ruangan apabila dingin dan akan keluar apabila panas.
- 3) Radiasi untuk mencegah bertunasnya bawang bombay, bawang putih dan kentang pada 0,05 - 0,15 kilogray (Kgy).
- 4) Pendinginan melalui penguapan (*Evaporative cooling*) di daerah panas dan kering. *Evaporative cooling* memanfaatkan evaporasi air menggunakan panas dan respirasi sayuran. Air harus dekat atau di sekitar sayuran. Udara kering dan panas didinginkan saat udara melalui permukaan yang basah. Suhu akan turun 1 °-5°C dan kelembaban relatif udara meningkat 20-30% tergantung pada suhu dan

kelembaban relatif udara di sekitarnya pada saat itu. *Evaporative cooling* digunakan terutama untuk sayuran yang mudah kering, mengkerut atau lunak pada kelembaban relatif yang rendah. Beberapa aplikasi dan evaporative cooling yang sering digunakan adalah:

- 5) Storage atmosphere. Storage atmosphere merupakan penyimpanan sayuran dalam ruang simpan yang komposisi udaranya diatur (dikendalikan). Komposisi udara di dalam ruang simpan dapat mempengaruhi umur simpan sayuran. Istilah *controlled atmosphere (CA) storage* dan *modified atmosphere (Mi) storage* seringkali digunakan untuk menyebutkan istilah penyimpanan dengan udara terkendali. Istilah tersebut berhubungan dengan penambahan atau pengurangan gas-gas yang dikeluarkan oleh komoditas dalam ruang simpan sehingga komposisi udara ruang simpan berbeda dengan komposisi udara normal. Komposisi udara ruang simpan seperti konsentrasi oksigen, etilen dan karbondioksida dimanipulasi. *Controlled atmosphere storage* merupakan penyimpanan dalam udara terkendali dengan menurunkan konsentrasi oksigen dan meningkatkan konsentrasi karbondioksida. Istilah *modified atmosphere storage* digunakan jika komposisi udara dalam ruang simpan tidak begitu dikendalikan, misal penyimpanan dalam plastik, dan perubahan komposisi udara yang timbul dapat disengaja ataupun tidak disengaja.

7.3. RANGKUMAN

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

Jika sayuran sudah dipanen atau dilepaskan dan tanaman induknya, umumnya fotosintesis telah berhenti tetapi respirasi tetap berjalan untuk tetap mempertahankan proses fisiologis dalam sel-selnya. Secara teoritis, lamanya umur simpan (*storage life*) sayuran tergantung pada lamanya waktu cadangan makanan disimpan (*length of time the storage food*) dan air yang dikonsumsi dalam respirasi dan transpirasi. Oleh karena cadangan makanan dan air berkurang terus-menerus, kualitas sayuran menurun sampai sayuran menjadi tidak layak lagi untuk dikonsumsi manusia. Dengan menurunnya cadangan makanan, kerentanan sel

terhadap serangan mikroorganisme meningkat. Memar (*bruising*) dan kerusakan mekanis lainnya dapat menyebabkan masuknya mikroorganisme dan mempercepat respirasi produk. Dan waktu panen sayuran sampai sayuran dimasak, tindakan pencegahan harus diberikan untuk memperlambat penurunan cadangan makanan dan air serta mencegah masuknya mikroorganisme. Hal ini mensyaratkan bahwa sayuran dipanen pada tahap tumbuhan dan perkembangan yang sesuai (tergantung jenis sayurannya), dikemas dengan wadah yang sesuai, diangkut, dibongkar dan dikemas lagi dengan hati-hati atau disimpan apabila belum akan dipasarkan.

7.3. PENUTUP

7.4.1 Tes Formatif

1. Apakah yang dimaksud dengan masak fisiologis?
2. Apakah yang dimaksud dengan masak komersial?
3. Jelaskan kriteria panen sayuran!
4. Apakah yang dimaksud dengan trimming? Jelaskan!
5. Bagaimana cara membersihkan sayuran?
6. Sebutkan syarat wadah (kontainer) yang baik untuk mengemas sayuran!
7. Sebutkan dan jelaskan cara pendinginan awal sayuran yang akan dikemas atau disimpan?
8. Sebutkan macam-macam cara penyimpanan sayuran yang termasuk dalam penyimpanan unrefrigerated!

7.4.2. Petunjuk Jawaban Tes Formatif

1. Masak fisiologis adalah tingkat kemasakan yang terjadi apabila pertumbuhan (*development*) dan kemasakan (*maturation*) dari sayuran telah maksimum. Jadi masak fisiologis merupakan salah satu tahapan dalam kehidupan organ tanaman. Contoh tanaman sayuran yang dipanen pada saat masak fisiologis adalah tomat, semangka dan melon.
2. Masak komersial adalah tercapainya kondisi organ tanaman telah sesuai dengan selera konsumen. Masak komersial ini tidak selalu bersamaan dengan masak fisiologis, bisa lebih awal atau lebih akhir. Masak komersial dapat terjadi pada tahapan perkembangan (*development*) atau penuaan (*senescence*) dan organ tanaman sayur.

3. Panen sayuran biasanya didasarkan atas kriteria tertentu yang tergolong dalam masak komersial yang mencakup kenampakan dan tingkat perkembangan atau kemasakan yang masih dapat diterima oleh konsumen.

Penentuan saat panen sayuran didasarkan atas:

a. Perubahan kenampakan (visual):

- 1) Perubahan warna.
- 2) Perubahan bentuk dan ukuran
- 3) Adanya daun – daun yang menua (*senescence*)
- 4) Tubuh tanaman mengering
- 5) Buah atau biji sudah berkembang penuh

b. Perubahan fisik

- 1) Buah mudah dilepaskan dari tanaman induknya.
- 2) Perubahan kekerasan daging buah.
- 3) Meningkatnya berat jenis dan padatan terlarut.

c. Perubahan kimiawi

- 1) Meningkatnya kandungan gula atau total padatan terlarut
- 2) Menurunnya kandungan asam.
- 3) Rasio total padatan terlarut dengan kandungan asam.

d. Perubahan fisiologis

Kelakuan respirasi dapat untuk menra tingkat kematangan (*ripening*).

e. Komputasi (penghitungan)

- 1) Menghitung (menjumlahkan) suhu harian mulai sejak benih ditanam sampai komoditas siap dipanen (*degree days atau heats unit*).
- 2) Menghitung umur tanaman sejak benih ditanam sampai komoditas siap dipanen.

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

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

5. Membersihkan komoditas sayuran dapat dengan cara mencucinya (dapat disemprot dengan air atau direndam). Apabila pencucian komoditas tidak dilakukan dengan air mengalir, air harus seringkali diganti untuk mencegah serangan mikroorganisme yang dapat mempercepat penurunan kualitas. Untuk sayuran umbi, cenderung cepat bertunas apabila dicuci, seperti pada kentang dan jahe, sayuran ini harus cepat dikeringkan setelah dicuci. Mencelupkan ke dalam larutan sodium hipoklorit 100% akan memperkecil terjadinya pembusukan, terutama jika air yang digunakan untuk mencuci tidak mengandung klorin. Mengelap dengan kain yang bersih, kering dan lembut seringkali memberikan hasil yang lebih baik daripada mencucinya dengan air. Cara ini lebih sesuai untuk tomat, melon dan sayuran buah lainnya. Cara lainnya adalah komoditas dibersihkan dengan kuas terutama untuk sayuran buah yang berkulit tebal atau liat, dan dapat pula dibersihkan dengan tangan dengan cara mengambil kotoran yang menempel pada komoditas. Cleaning dapat pula dilakukan dengan menyemprotkan udara dengan tekanan tinggi pada permukaan komoditas.
6. Wadah tidak hanya digunakan untuk mewadahi sayuran saja tetapi juga melindungi sayuran dan kerusakan mekanis dan kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Selain itu wadah juga tidak menyebabkan memar atau luka pada komoditas, tidak menimbulkan tekanan dan suhu yang panas (*overheating*), menjamin komoditas tetap bersih dan mencegah terjadinya infeksi mikroorganisme, mempertahankan mutu penjualan komoditas dan mudah didapatkan dengan harga yang relatif murah.
7. Pendinginan awal komoditas dapat dilakukan di ruang pendingin (*room cooling*), *forced air cooling*, *hydrocooling*, *contact icing* atau *top ice*, *vacuum cooling* maupun *evaporatif cooling*.

a. *Room cooling.*

Kecepatan udara minimum 60 m/menit. Hasil dapat didinginkan dan disimpan di ruang yang sama. Pendinginan dengan room cooling relatif lambat.

b. *Forced air/pressure cooling.*

Mendinginkan dengan meletakkan komoditas dalam kemasan pada lorong yang dialiri dengan udara dengan kecepatan 200-400 m/menit. Hasil harus segera dipindahkan dan lorong setelah dingin. Saat di dalam lorong, komoditas tidak tertutup dalam kontainer berventilasi. Pendinginan dengan cara ini dapat divariasikan dengan menggunakan udara dingin dan lembab.

c. *Hydrocooling.*

Metode ini merupakan metode pendinginan yang cepat dan murah. Pendinginan awal komoditas dengan hydrocooling menggunakan air dingin sekitar 0°C. Sayuran yang akan diturunkan suhunya direndam dalam air atau dilewatkan di bawah pancuran air dingin. Ini juga sekaligus membersihkan komoditas, akan tetapi apabila air yang dipergunakan tidak sering diganti bisa menimbulkan kontaminasi mikroorganisme. Dengan cara pendinginan seperti ini, hasil sayuran tidak banyak kehilangan berat.

d. *Contact Icing atau Top Ice.*

Saat ini metode ini hanya sebagai metode tambahan bagi metode lain. Pendinginan awal dengan metode ini dilakukan dengan menggunakan pecahan-pecahan es atau bubuk es (es cair: 40% air + 60% es + 0,1 % garam).

e. *Vacuum cooling.*

Komoditas sayuran dimasukkan ke dalam kontainer, ditutup rapat dan tekanan udara diturunkan sampai kurang lebih 660 pascal (5 mm Hg). Pada tekanan udara normal (760 mmHg= 1 atm) air menguap pada 100°C, tetapi pada tekanan udara 5 mm Hg air menguap pada 1°C. Komoditas sayuran didinginkan melalui evaporasi air di permukaan komoditas. Kelemahan metode ini adalah kandungan air komoditas mengalami penurunan kurang lebih 1% untuk setiap penurunan suhu 5°C, untuk memperkecil turunnya kandungan air komoditas dilakukan penyemprotan air.

f. *Evaporatif Cooling*

Udara kering didinginkan dengan meniupkannya pada permukaan air/benda basah.

8. Penyimpanan unrefrigerated dapat dilakukan di :
- a. Penyimpanan di dalam tanah untuk kentang dan ubi jalar. Hal ini berarti meninggalkan tanaman tetap di dalam tanah setelah tanaman mencapai ukuran tertentu (untuk ubi jalar dan taro) dan telah masak (untuk kentang). Ubi jalar akan terus bertambah ukurannya setelah mencapai ukuran untuk dipasarkan sementara bagian trubusnya telah mati. Panen dapat ditunda beberapa bulan untuk ubi jalar dan tiga sampai enam bulan untuk kentang.
 - b. Penyimpanan dengan ventilasi (*Ventilated storage*). Ini dilakukan untuk memperoleh ventilasi yang mencukupi bagi sayuran. Menggantungkan bawang merah dan bawang putih merupakan cara yang paling sederhana dan penyimpanan berventilasi. Di daerah yang bersuhu rendah, rumah penyimpanan kentang mempunyai aliran udara masuk di sisi dekat lantai dan keluar dekat dengan atap. Aliran udara yang keluar dan masuk ke dalam rumah penyimpanan diatur secara mekanis dengan thermostat yang mengukur suhu di dalam dan di luar ruangan. Udara akan masuk ke dalam ruangan apabila dingin dan akan keluar apabila panas.
 - c. Radiasi untuk mencegah bertunasnya bawang bombay, bawang putih dan kentang pada 0,05-0,15 kilogray (Kgy).
 - d. Pendinginan melalui penguapan (*Evaporative cooling*) di daerah panas dan kering. *Evaporative cooling* memanfaatkan evaporasi air menggunakan panas dan respirasi sayuran. Air harus dekat atau di sekitar sayuran. Udara kering dan panas didinginkan saat udara melalui permukaan yang basah. Suhu akan turun 1° - 5° C dan kelembaban relatif udara meningkat 20-30% tergantung pada suhu dan kelembaban relatif udara di sekitarnya pada saat itu. *Evaporative cooling* digunakan terutama untuk sayuran yang mudah kering, mengkerut atau lunak pada kelembaban relatif yang rendah. Beberapa aplikasi dan *evaporative cooling* yang sering digunakan adalah: Memerciki sayuran dengan air, Menyimpan sayuran di dalam guci lembab yang terbuat dari tanah, Menyimpan sayuran di dalam wadah seperti kantong dan lute yang dapat menyerap air dan air diteteskan ke wadah tersebut. Mengubur sayuran di dalam tanah yang ditimbun dengan jerami kering atau material sejenis lainnya dan kadang-kadang tanah, cara ini digunakan untuk menyimpan sayuran kentang, kubis dan ubi jalar.

- e. Storage atmosphere. Storage atmosphere merupakan penyimpanan sayuran dalam ruang simpan yang komposisi udaranya diatur (dikendalikan). Komposisi udara di dalam ruang simpan dapat mempengaruhi umur simpan sayuran. Istilah *controlled atmosphere (CA) storage* dan *modified atmosphere (MA) storage* seringkali digunakan untuk menyebutkan istilah penyimpanan dengan udara terkendali. Istilah tersebut berhubungan dengan penambahan atau pengurangan gas-gas yang dikeluarkan oleh komoditas dalam ruang simpan sehingga komposisi udara ruang simpan berbeda dengan komposisi udara normal. Komposisi udara ruang simpan seperti konsentrasi oksigen, etilen dan karbondioksida dimanipulasi. *Controlled atmosphere storage* merupakan penyimpanan dalam udara terkendali dengan menurunkan konsentrasi oksigen dan meningkatkan konsentrasi karbondioksida. Istilah *modified atmosphere storage* digunakan jika komposisi udara dalam ruang simpan tidak begitu dikendalikan, misal penyimpanan dalam plastik, dan perubahan komposisi udara yang timbul dapat disengaja ataupun tidak disengaja.

7.4.3. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bagi mahasiswa yang dapat mengerjakan soal tes formatif dengan paling tidak 70% jawaban benar maka mahasiswa dapat melanjutkan belajar ke pokok bahasan berikutnya. Akan tetapi apabila jawaban benar kurang dari 70% maka mahasiswa dipersilahkan mempelajari kembali Pokok Bahasan VII ini dengan menambah bahan bacaan dan buku acuan yang disebutkan atau sumber lainnya yang relevan dengan pokok bahasan ini.

7.5. BUKU ACUAN

-
- AVRDC. 1990. Vegetable Production Training Manual. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Tainan. Taipei.
- Bautista, O.K. and R.C. Mabeso (eds.). 1986. Vegetable Production. University of The Philippines, Los Banos. Philippines.
- Bautista, O.K., H.V. Valmayor, P.C. Tabora and R.R.C. Espino. 1983. Introduction to Tropical Horticulture. University of The Philippines, Los Banos. Philippines.
- Rubatzky, V.E. dan M. Yamaguchi. 1998. Sayuran Dunia 1. Prinsip, Produksi dan Gizi. Edisi kedua. Penerbit ITB, Bandung.
- Rubatzky, V.E. dan M. Yamaguchi. 1998. Sayuran Dunia 2. Prinsip, Produksi dan Gizi. Edisi kedua. Penerbit ITB, Bandung.

Williams, C.N., J.O. Uzo dan W.T.H. Peregrine. 1993. Produksi Sayuran di Daerah Tropika (Terjemahan oleh: S. Ronoprawiro dan G. Tlitrosoepomo). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Wills, R.H.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall. 1981. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetable.