

PENGARUH PENANGANAN PASCA PANEN TERHADAP MUTU KOMODITAS HORTIKULTURA

M. Yusuf Samad

Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Agroindustri
Lantai 17 Gedung II BPPT, Jl. MH. Thamrin 8 Jakarta

Abstract

Postharvest technologies are needed for horticultura commodities because its perishable characteristic. The technics are included cleaning, curing, sorting or grading, degreening, packing, and cooling. Especially in cooling application, there are two variables influenced characteristic of product i.e temperature and hummidity. Temperature of 0-7 °C and hummidity of 90-95% are recommended to be used because very effective to decrease of water losses, material dextructive of bacterial, growth root, respiration, texture and color changing.

Kata Kunci : Pasca Panen, hortikultura, mutu

1. PENDAHULUAN

Hortikultura, terutama sayuran merupakan sumber provitamin A, vitamin C, dan mineral dan terutama dari kalsium dan besi. Selain hal tersebut sayuran juga merupakan sumber serat yang sangat penting dalam menjaga kesehatan tubuh. Sayuran juga dapat memberikan kepuasan terutama dari segi warna dan teksturnya. Disisi lain sayuran adalah hasil pertanian yang apabila selesai dipanen tidak ditangani dengan baik akan segera rusak. Kerusakan ini terjadi akibat pengaruh fisik, kimiawi, mikrobiologi, dan fisiologis. (Hotton,1986) Walaupun perubahan ini pada awalnya menguntungkan yaitu terjadinya perubahan warna, rasa, dan aroma tapi kalau perubahan ini terus berlanjut dan tidak dikendalikan maka pada akhirnya akan merugikan karena bahan akan rusak/busuk dan tidak dapat dimanfaatkan. Di Indonesia, hortikultura yang tidak dapat dimanfaatkan diistilahkan sebagai "kehilangan" (*losses*) mencapai 25-40%(Muhtadi,1995) Nilai ini sangat besar bila dibandingkan dengan negara-negara maju.

Kehilangan ini terjadi secara alamiah setelah dipanen akibat aktivitas berbagai jenis enzim yang menyebabkan penurunan nilai ekonomi dan gizi. Kerusakan hortikultura dapat dipercepat bila penanganan selama panen atau sesudah panen kurang baik. Sebagai contoh, komoditi tersebut mengalami luka memar, tergores, atau tercabik atau juga oleh penyebab lain seperti adanya pertumbuhan mikroba. Disini pentingnya penanganan pasca panen yang dapat menghambat proses pengrusakan bahan antara lain melalui pengawetan, penyimpanan terkontrol, dan pendinginan. Karena sifat bahan yang mudah rusak (*perishable*) maka penanganan pasca panen

harus dilakukan secara hati-hati. Dalam lingkup yang lebih luas, teknologi pasca panen juga mencakup pembuatan bahan (produk) beku, kering, dan bahan dalam kaleng (Bourne,1999). Kegiatan pasca panen sendiri berawal dari sejak komoditas hortikultura diambil/dipisahkan dari tanaman (panen) sampai pada komoditas tersebut sampai di konsumen. Tulisan ini memberikan gambaran penanganan pasca panen dan pengaruhnya terhadap mutu hortikultura khususnya sayuran.

2. BAHAN DAN METODE

Komoditas sayuran harus sesegera mungkin diberi penanganan pasca panen agar kualitasnya tetap terjaga dan memperkecil berbagai bentuk kehilangan (Kasmire, 1985). Secara spesifik penanganan pasca panen terhadap sayuran meliputi pencucian, perbaikan bentuk kulit permukaan (*curing*), sortasi, penghilangan warna hijau (*degreening*), pengemasan, dan pendinginan.

2.1. Pencucian

Hampir semua komoditas sayuran yang telah dipanen mengalami kontaminasi fisik terutama debu atau tanah sehingga perlu dilakukan pencucian. Pencucian dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran serta residu pestisida (insektisida atau fungisida). Namun demikian, pencucian tersebut tidak dilakukan terhadap sayuran yang teksturnya lunak dan mudah lecet/rusak. Secara tradisional pencucian ini menggunakan air namun untuk mendapatkan hasil yang lebih baik disarankan penambahan klorin ke dalam air pencucian agar mikroba dapat dihilangkan dengan lebih efektif. Setelah

pencucian biasanya bahan dikeringkan dengan cara meniriskannya dialam terbuka atau dengan cara mengalirkan udara panas.

2.2. Curing

Kegiatan ini dilakukan terhadap komoditas sayuran yang mengalami kerusakan kulit. Contoh komoditas seperti kentang, bawang merah, bawang putih, ubi jalar dan lain-lain biasanya memperoleh perlakuan curing sebelum disimpan/dipasarkan dengan tujuan agar permukaan kulit yang terluka/tergores dapat tertutup kembali. Hal ini biasanya dilakukan dengan cara membiarkan bahan untuk beberapa hari pada suhu ruang. Untuk bawang merah atau bawang putih, curing dapat juga dilakukan dengan cara menjemurnya dengan sinar matahari. Proses curing dapat diaktifkan dengan suhu rata-rata dibawah suhu ruangan dan kelembaban yang tinggi. Sebagai contoh, ubi jalar dilakukan pada suhu 32,8°C dengan humiditas relatif berkisar 95-97% sedangkan untuk kentang dapat dilakukan dalam 2 tahap yakni pada suhu 18°C selama 2

hari kemudian pada suhu 7-10°C selama 1 minggu dengan RH berkisar 90-95%. Selain hal tersebut, proses curing memberikan keuntungan lain yakni menurunkan kadar air yang dapat mencegah pertumbuhan kapang. Hal tersebut dapat dilihat pada beberapa komoditas terutama pada bawang merah atau bawang putih.

2.3. Sortasi

Nilai ekonomi berbagai jenis hortikultura tergantung pada mutu komoditas tersebut. Oleh karena itu proses pemisahan antar komoditas (sortasi) yang mutunya rendah dengan yang mutunya tinggi perlu dilakukan. Pemisahan tersebut berdasarkan ukuran, tingkat kematangan, rusak, lecet, memar, busuk, warna dan sebagainya. Perlakuan sortasi tergantung juga kepada peruntukannya atau tempat pemasarannya (misalnya pasar swalayan, restoran, atau hotel). Pada Tabel 2 berikut ini diperlihatkan kriteria sortasi beberapa jenis sayuran khususnya yang berasal dari Jawa Barat.

Tabel 1.
Kriteria Sortasi Beberapa Jenis Sayuran

Jenis Sayuran	Keadaan
Wortel	Umbi liat dengan zat kayu lebih besar dari 25%
Bunga kol	Warna kusam dengan bintik pada kepala lebih besar dari 10%.
Terung, timun	Warna tidak cemerlang, buah liat.
Tomat	Warna buah sudah merah keseluruhannya.
Sawi, bayam	Tangkai sudah liat dan atau tangkai/daun yang rusak melebihi 10%.
Lobak	Umbi sudah liat, timbul zat gabus pada umbi.
Kentang, wortel	Umbi cacat (berlubang).
Kailan	Kuntum bunga sudah mekar.
Buncis	Polong sudah berserat, liat.
Labu siam	Warna buah telah berubah menjadi kekuningan.
Kacang tanah	Polong tidak berisi penuh (kempes).
Kacang panjang	Polong berbintik hitam atau berlubang

Sumber : Muhtadi, Bonita A (1995)

2.4. Pelilinan

Tingkat kesukaan konsumen terhadap hortikultura juga dipengaruhi warna komoditas. Berbagai upaya telah dilakukan agar kenampakan komoditas tersebut dapat semakin menarik. Salah satu cara yang dilakukan adalah pemberian lapisan lilin atau pelilinan (*waxing*). Beberapa jenis sayuran terutama sayuran buah kadang-kadang diberi perlakuan pelilinan dengan tujuan untuk meningkatkan kilap, sehingga penampakannya akan lebih disukai oleh konsumen. Selain itu, luka atau goresan pada permukaan buah dapat ditutupi oleh lilin. Namun demikian pelilinan harus dilakukan sedemikian rupa agar pori-pori buah tidak tertutupi sama sekali agar tidak terjadi proses

anaerobik dalam sayuran. Proses anaerobik dapat mengakibatkan terjadinya fermentasi yang dapat mempercepat terjadinya pembusukan. Bahan yang dipakai dalam pelilinan adalah yang bersifat pengemulsi (*emulsifier*) yang berasal dari campuran tidak larut lilin-air dan yang lainnya adalah larutan lilin-air (*solvent wax*). Bahan yang bersifat pengemulsi ini lebih banyak digunakan kerana lebih tahan terhadap perubahan suhu dibandingkan dengan larutannya yang mudah terbakar. Selain itu, penggunaan emulsi lilin-air tidak mengharuskan dilakukannya pengeringan buah terlebih dahulu setelah proses pencucian. Untuk menjaga buah dari serangan mikroba maka kedalam emulsi lilin-air dapat ditambahkan bakterisida atau fungisida. Jenis-jenis emulsi lilin-

air yang biasa digunakan antara lain adalah lilin tebu (*sugarcane wax*), lilin karnauba (*carnauba wax*), terpen resin termoplastik, shellac, sedangkan emulsifier yang banyak digunakan adalah tri-etanolamin dan asam oleat.

Ada beberapa cara pelilinan dengan memakai emusi lilin-air pada sayuran buah adalah dengan cara pembusaan (*foaming*), penyemprotan (*spraying*), pencelupan (*dipping*), atau dengan cara disikat (*brushing*). Cara yang paling banyak digunakan adalah dengan cara pembusaan dan penyikatan karena pengerjaannya lebih mudah dan praktis.

2.5. Grading

Grading hampir sama dengan sortasi. Kalau sortasi adalah pemisahan/pengelompokan berdasarkan mutu yang erat kaitannya dengan kondisi fisik (busuk, lecet, memar) bahan sedangkan grading lebih kearah nilai estetikanya (warna, dimensi). Dalam hal tertentu misalnya tingkat kematangan maka grading dan sortasi memiliki kriteria yang sama. Kombinasi keduanya menghasilkan standar mutu sayuran dimana ada jenis sayuran memiliki 1 atau lebih standar mutu. Pada Tabel 3 diperlihatkan contoh standar mutu beberapa jenis sayuran.

Tabel 2.
Standar Mutu Beberapa Jenis Sayuran

Jenis Sayuran	Mutu	Keadaan
Asparagus	I	Tunas berwarna putih, gemuk, segar dengan panjang sekitar 25-30 cm.
	II	Tunas sebagian berwarna putih dan sebagian lagi berwarna ungu dengan panjang lebih dari 30 cm dan diameter sekitar 1,5 cm.
	III	Tunas keseluruhan berwarna kehijauan dengan panjang lebih dari 30 cm, tetapi lebih kurus dibandingkan dengan Mutu II
	IV	Tunas membengkok pada ujungnya dan tidak mulus dengan warna keseluruhan kehijauan.
Brokoli	I	Mulus, rata dan kepala bunga kompak.
	II	Tidak busuk, tidak rata, dan kepala bunga kompak.
	III	Tidak busuk, tidak rata, dan kepala bunga tidak kompak.
	IV	Busuk, tidak rata, dan kepala bunga tidak kompak.
Kentang	I	Warna, bentuk, dan ukuran seragam, permukaan kulit rata, tua, kadar kotoran maksimum 2,5% dan kentang cacat maksimum 5,0%.
	II	Warna, bentuk, dan ukuran seragam, kerataan permukaan kulit tidak dipersyaratkan, cukup tua, kadar kotoran maksimum 2,5% dan kentang cacat maksimum 10,0%.
Tomat	I	Bentuk dan ukuran seragam, tua tidak terlalu matang, tidak mengandung kotoran, kerusakan maksimum 5%, kadar busuk maksimum 1%.
	II	Seperti Mutu I, tetapi buah terlalu matang dan lunak.

Sumber : Setyowati dan Budiarti (1992)

2.6. Penghilangan Warna Hijau

Proses penghilangan warna hijau (*degreening*) hanya berlaku untuk sayuran buah seperti tomat yang bertujuan agar warnanya lebih khas dan seragam. Proses ini dapat dilakukan dengan penggunaan gas etilen atau asetilen. Tingkat kematangan buah dan kecepatan dekomposisi klorofil menentukan lamanya proses penghilangan warna hijau tersebut. Biasanya buah yang berwarna hijau terang dan umur cukup tua mempunyai proses yang lebih pendek. Kondisi terbaik untuk proses ini adalah pada suhu 80°C dengan kelembaban udara sekitar 85-92%. Kondisi ini harus dipertahankan karena kelembaban yang terlalu tinggi menimbulkan kondensasi yang memperlambat proses dan

meningkatkan pembusukan buah, sedangkan pada kelembaban rendah yang meskipun menghambat pembusukan buah tetapi terjadi pengkerutan dan keretakan/pecahnya kulit buah. Proses *degreening* tersebut dilakukan dalam ruangan dengan suhu dan kelembaban terkontrol dimana gas etilen murni yang digunakan berkonsentrasi rendah 1:50.000. Secara tradisional proses ini umumnya menggunakan gas karbit atau asap dari pembakaran minyak tanah (kerosin).

Penggunaan gas etilen pada proses *degreening* ini atas dasar hasil penelitian bahwa etilen membantu hidrolisa stroma plastid dan bahan-bahan yang dapat digunakan untuk respirasi dimana klorofil tidak terlindungi dan terhidrolisa oleh enzim klorofilase dan selanjutnya

dioksidasi oleh hidrogen peroksida dengan bantuan ferrohidroksida sebagai katalisator. Oleh karena aktivitas hidrolisa berada pada lapisan sub-epidermis maka mutu internal buah tidak terpengaruh

2.7. Pengemasan dan Pengepakan

Pengemasan dilakukan secara bertahap dimana pada tahap pertama (primer) dimana sayuran dikemas dengan bahan plastik atau kertas agar bahan terhindar dari kerusakan akibat gesekan atau benturan sesama bahan maupun dengan benda lain sehingga mutunya dapat tetap dipertahankan. Selanjutnya dilakukan tahap kedua (sekunder) dimana sayuran dikemas karton atau kotak kayu. Selanjutnya karton atau kotak kayu tersebut disimpan di atas suatu *pallet* untuk kemudian dikirim ke ruang pendingin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Semua kegiatan seperti tersebut diatas ternyata belum memadai menghambat tingkat kerusakan komoditi hortikultura apalagi jika membutuhkan waktu yang lama untuk sampai kekonsumen. Diperlukan penyimpanan dingin (*cool storage*) agar bahan tetap segar. Penyimpanan dingin berbeda dengan pendinginan. Pendinginan (*cooling*) dimaksudkan untuk menghilangkan panas pada sayuran ditempat asalnya untuk memperlambat respirasi, menurunkan kepekaan terhadap mikroba, mengurangi kehilangan

kandungan air. Ada 3 macam metode yang biasa digunakan untuk proses pendinginan, yaitu pendinginan dengan udara (*air-cooling*), pendinginan dengan air (*hydro-cooling*) dan pendinginan dengan hampa udara (*vacuum-cooling*). Cara terakhir ini prinsipnya pendinginana akibat penguapan sehingga proses pelayuan sering tidak dapat dihindari digunakan terhadap sayuran yang cepat mengalami pelayuan. Penyimpanan dingin mengandung tujuan yang lebih luas yakni mengurangi respirasi, memperlambat proses penuaan, memperlambat pelayuan, mengurangi tingkat kerusakan akibat aktivitas mikroba dan mengurangi kemungkinan pertumbuhan tunas atau akar. Penyimpanan pada suhu rendah diperlukan untuk komoditas sayuran yang mudah rusak karena cara ini dapat mengurangi (a) kegiatan respirasi dan metabolisme lainnya, (b) proses penuaan karena adanya proses pematangan, pelunakan, serta perubahan-perubahan tekstur dan warna, (c) kehilangan air dan pelayuan, (d) kerusakan karena aktivitas mikroba (bakteri, kapang, dan khamir), dan (e) proses pertumbuhan yang tidak dihendaki, misalnya munculnya tunas atau akar. Setiap jenis sayuran memiliki sifat karakteristik penyimpanan tersendiri karena dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain varietas, tempat tumbuh, kondisi tanah dan cara budidaya tanaman, derajat kematangan, dan cara penanganan yang dilakukan sebelum disimpan. Pada Tabel 4 diperlihatkan kondisi penyimpanan dingin beberapa jenis sayuran.

Tabel 3.
Kondisi Penyimpanan Dingin Beberapa Jenis Sayuran

Jenis Sayuran	Suhu Penyimpanan (°C)	Kelembaban (RH, %)	Umur Simpan (hr, mg, bln)
Asparagus	0 - 2,2	95	2 - 3 minggu
Buncis	4,4 - 7,2	90 - 95	7 - 5 hari
Bit	0	95	3 - 10 bulan
Kubis	0	90 - 95	3 - 6 minggu
Wortel	0	90 - 95	4 - 6 minggu
Bunga kol	0	90 - 95	2 - 4 minggu
Seledri	0	90 - 95	2 - 3 bulan
Jagung manis	0	90 - 95	4 - 8 hari
Mentimun	7,2 - 10	90 - 95	10 - 14 hari
Terung	7,2 - 10	90	1 minggu
Bawang putih	0	65 - 70	6 - 7 bulan
Lobak	-1,1 - 0	90 - 95	10 - 12 bulan
Jamur	0	90	3 - 4 hari
Cabai	7,2 - 10	90 - 95	2 - 3 minggu

Sumber : Soesarsono (1976) Phan, Ogata (1986)

Untuk memperoleh hasil penyimpanan yang baik, suhu ruang pendingin harus dijaga agar tetap konstan, tidak berfluktuasi. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan isolator ruangan dan tenaga mesin pendingin yang cukup. Cara penumpukan yang tepat dan sirkulasi udara yang cukup sangat membantu memperkecil variasi suhu. Kelembaban nisbi dalam ruang penyimpanan dingin secara langsung mempengaruhi mutu sayuran yang disimpan. Jika kelembaban rendah maka akan terjadi pelayuan atau pengkeriputan, dan jika kelembaban terlalu tinggi akan

merangsang proses pembusukan karena kemungkinan terjadi kondensasi air. Udara dalam ruang pendingin perlu disirkulasikan agar suhu ruangan dapat merata. Untuk itu jarak tumpukan harus sedemikian rupa agar tidak menghalangi arus udara dingin. Beberapa jenis sayuran tidak toleran terhadap suhu rendah, sehingga akan mengalami kerusakan yang dikenal sebagai kerusakan dingin (*chilling injury*). Tabel 5 memperlihatkan beberapa jenis sayuran yang dapat mengalami kerusakan, dingin.

Tabel 4.
Kerusakan Sayuran Yang Disimpan Pada Suhu Rendah

Jenis Sayuran	Suhu (°C)	Tanda Kerusakan Dingin
Buncis	7, 2	Bercak-bercak hitam dan kecoklatan
Mentimun	7, 2	Kulit buah melepuh, terdapat lubang noda dan busuk
Terung	7, 2	Kulit buah melepuh, busuk <i>Alternaria</i>
Kentang	3, 3	Pencoklatan, timbul rasa manis
Waluh	10	Busuk (<i>alternaria</i>)
Ubi jalar	12, 8	Busuk, lubang cacat, penyimpangan warna umbi
Tomat (matang)	7,2 – 10	Pelunakan, berair, busuk
Tomat (hijau)	12, 8	Warna jelek bila matang, busuk (<i>alternaria</i>)

Sumber : Soesarsono (1976)

Untuk lebih memperpanjang masa simpan sayuran (dan juga buah-buahan), dikembangkan cara penyimpanan pada atmosfer terkendali atau termodifikasi (*controlled atmosphere storage, CAS*;

dan *modified atmosphere storage, MAS*). Tabel 6 diperlihatkan contoh kondisi penyimpanan pada atmosfer terkendali untuk beberapa jenis sayuran.

Tabel 5.
Kondisi Penyimpanan Sistem Atmosfir Terkendali

Jenis Sayuran	Keterangan
Buncis	Kombinasi O ₂ rendah (2-3%) dan CO ₂ tinggi dapat menghambat terjadinya penguningan pada suhu 7°C. Kandungan CO ₂ yang terlalu tinggi dapat menimbulkan rasa dan bau yang tidak dikehendaki.
Brokoli	Penyimpanan pada CO ₂ tinggi (5-20%) dapat mempertahankan warna hijau dan tekstur serta diperlambatnya pertumbuhan kapang.
Kubis	Konsentrasi O ₂ (1-2, 5%) dan CO ₂ (5, 5%) dapat menghambat penuan, kehilangan rasa dan bau serta penguningan dan penurunan timbulnya bercak akibat virus.
Tomat	Konsentrasi O ₂ (3%) tanpa CO ₂ pada suhu 13°C dapat mempertahankan warna dan rasa serta bau selama 6 minggu.
Wortel	Wortel dapat disimpan selama 6 bulan pada suhu 2°C dengan konsentrasi O ₂ rendah (1-2%).
Kacang panjang	Konsentrasi O ₂ (9-12%) dan CO ₂ (2-8%) pada suhu 15°C dapat mempertahankan kesegaran sampai 15 hari

Sumber : Pantastico(1973) Halid (1991)

Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan metode penyimpanan dingin dengan pengaturan konsentrasi oksigen dan karbon dioksida di dalam ruang pendingin. Pada prinsipnya sistem penyimpanan CAS dan MAS dilakukan dengan cara menurunkan konsentrasi oksigen dan meningkatkan konsentrasi gas karbon dioksida. Perbedaan CAS dan MAS adalah: CAS

dilakukan dalam suatu ruangan penyimpanan, sedangkan MAS cukup dalam wadah tertutup (misalnya kantong plastik).

Kecepatan respirasi dan metabolisme sayuran yang disimpan dengan sistem CAS atau MAS akan menurun bukan hanya akibat pengaruh suhu rendah, tetapi juga karena konsentrasi oksigen yang rendah dan konsentrasi gas karon dioksida

yang tinggi. Yang perlu diperhatikan adalah menjaga agar konsentrasi oksigen tidak terlalu rendah, karena akan menyebabkan terjadinya fermentasi dan kebusukan.

4. KESIMPULAN

Penanganan pasca panen produk hortikultura adalah hal sangat penting dilakukan mengingat bahan ini cepat rusak dalam waktu relatif singkat. Satu hal yang layak diusulkan adalah penggunaan sistem penyimpanan terintegrasi dimana dipadukan pendinginan terkontrol dengan transportasi (*moveable storage*) sehingga komoditas cepat sampai konsumen dalam keadaan masih segar. Saat ini prototipe alat tersebut sudah diujicoba melalui kegiatan bidang pangan dan hortikultura di Pusat P2 Agroindustri BPPT.

Berbagai penelitian telah merekomendasikan berbagai cara penerapan pasca panen hortikultura yang walaupun cukup efektif namun tetap saja tidak berhasil secara optimal mencegah kerusakan komoditi dalam waktu penyimpanan yang panjang. Hal tersebut disebabkan banyaknya faktor yang berpengaruh terhadap kualitas komoditas tersebut. Usaha perbaikan mutu hortikultura sampai saat ini tetap dilakukan baik dikalangan ilmuan maupun pada pelaku industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Bourne, M.C. : "Overview of Postharvest Problem in Fruits and Vegetables". Sec. Edition, National Academy Press, Washington DC. 1999.
- Hatton, T.T., Pantastico, E.B. : "Persyaratan Masing-Masing Komoditi". dalam Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayuran Tropika dan Sub Tropika. Terjemahan oleh Prof.Ir.Kamariyani, UGM 1986.
- Kasmire, R.F. : "Postharvest Technology of Horticultural Crops". The Regents of University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 1985.
- Muhtadi, D., Anjarsari, B : "Meningkatkan Nilai Tambah Komoditas Sayuran". Prosiding.
- Seminar Nasional Komoditas Sayuran. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi Fateta IPB, Bogor 1995.
- Pantastico, E. B. : "Post-harvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits dan Vegetables". The AVI Publ.Co.Inc. Westport, Connecticut, 1973.
- Phan, C.T., Ogata, K. : "Respirasi dan Puncak Respirasi". dalam Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayuran Tropika dan Sub Tropika. Terjemahan oleh Prof.Ir.Kamariyani, UGM 1986.
- Setyowari, R.N., Budiarti, A. : "Pasca Panen Sayur" Penebar Swadaya, Jakarta 1992.
- Soesarsono, W. : "Penyimpanan Dingin Buah, Sayur dan Bunga". Terjemahan USDA Agricultural Handbook. IPB- Bogor 1976