

PENGARUH *PACKAGE ICING* TERINTERUPSI TERHADAP MUTU BROKOLI (*Brassica oleracea*, L.) SELAMA PENYIMPANAN

I Putu Agus Oka Mahendra¹, I. A. Rina Pratiwi Pudja², Gede Arda²

Email: mahendra_o@rocketmail.com

ABSTRACT

The aims of this study were to determine the effect of interrupted package icing broccolis on product's quality and to obtain the best treatment that can be applied to maintain the shelf life of product. Fresh broccolis were stored in Styrofoam box covered by ice for period of time and then move to refrigerated showcase. The research consists of five treatments based on ratio time in Styrofoam box and display product. Comparison stored broccolis in Styrofoam box with ice and display product on show case; 12:12 (P2), 15:9 (P3), 18:6 (P4), 21:3 (P5). Other treatment is stored broccolis in Styrofoam box without ice and display product on room temperature with comparison time; 12:12 (P1). Every treatment was repeated every day until the broccoli reached the unacceptable quality according to panelist's perception. Measured parameters including percentage of weight loss, respiration rate, color difference and the shelf life of broccoli. The results showed that longer time storage broccoli in Styrofoam box with ice smaller the weight difference. P5 have lowest consumption rate of oxygen of 62.63 ml/kg.hr and lowest carbon dioxide production rate of 62.57 ml/kg.hr. The color difference ΔE_{ab} less than 9.73 indicated that broccoli's floret was still green based on the panelists scoring, therefore it was still acceptable. Higher color difference's poin and panelists scoring, broccoli was broken and not accepted in the market. In conclusion, the treatments only maintained the broccoli for five days of storage.

Keywords: *broccoli, interrupted package icing*

PENDAHULUAN

Brokoli merupakan produk pascapanen yang tidak bisa diperbaiki mutunya tetapi hanya dapat dipertahankan untuk meminimalkan kerusakan. Mutu segar brokoli mudah mengalami penurunan, karena produk masih melangsungkan aktivitas metabolisme seperti transpirasi dan respirasi. Proses transpirasi brokoli ketika masih dalam induknya masih mendapatkan suplai air hasil fotosintesis. Namun ketika telah dipanen, brokoli akan kehilangan substrat dan air yang tidak dapat diganti. Hal ini ditandai dengan terjadi susut berat produk. Selain melakukan proses transpirasi, brokoli juga melakukan respirasi dengan mengambil oksigen di lingkungan dan merombak substrat dalam produk. Proses transpirasi dan respirasi yang berlangsung cepat mengakibatkan kemunduran produk semakin cepat.

Brokoli yang telah dipanen umumnya didistribusi sebelum sampai ke konsumen. Perlakuan pascapanen yang tepat sangat penting dilakukan untuk memperpanjang umur

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud.

²Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud.

simpan produk (Utama, 2002). Penyimpanan brokoli dalam styrofoam box berisi es merupakan perlakuan pascapanen yang dapat meminimalkan laju metabolisme produk selama proses distribusi. Untuk mengetahui mutu brokoli selama penyimpanan maka produk diberi sela waktu dipajang. Lama sela waktu pemajangan brokoli yang digunakan berdasarkan asumsi jam buka toko. Sedangkan lama penyimpanan brokoli berdasarkan asumsi waktu distribusi produk ke suatu tempat atau jam tutup toko. Pemajangan brokoli dilakukan dalam *show case* dengan suhu 10°C. Suhu pemajangan yang digunakan mempertimbangkan suhu optimum rata-rata sayuran sehingga brokoli mampu dipajang bersamaan dengan sayuran lain dalam satu tempat. *Package icing* terinterupsi merupakan penggabungan metode penyimpanan dalam styrofoam box dengan metode pemajangan brokoli. Penelitian tentang *package icing* terinterupsi dilakukan untuk mengetahui mutu brokoli selama penyimpanan dan umur simpan maksimum brokoli yang dapat dipertahankan dengan metode ini. Sehingga didapatkan rasio waktu terbaik penyimpanan brokoli dalam *styrofoam box* dengan sela waktu pemajangan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pascapanen, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana yang bertempat di Jalan Jendral Sudirman, Denpasar. Waktu pelaksanaan penelitian ini pada 29 Juli 2014 sampai 3 Agustus 2014.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *styrofoam box* yang berukuran (31 x 21 x 28 cm), *refrigerated show case* merk GEA 2D Expo-1050AH/CN, alkohol termometer, *gas analyzer* model 902D Dual Track, stoples ukuran 5 liter, timbangan digital (Adventure Pro Av 8101 Ohaus, New York, USA), Colormeter (AccuProbe HH06, New York, USA).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah brokoli segar yang diperoleh dari kebun petani Desa Candi Kuning, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali. Selain itu bahan pendukung lainnya adalah es balok dan air yang bersumber dari PDAM. Brokoli diterima dari kebun petani Desa Candi Kuning, Kabupaten Tabanan, Bali. Panen yang dilakukan petani pada pagi hari. Sortasi brokoli yang digunakan untuk penelitian dengan kriteria tidak luka mekanis, rusak, cacat, busuk, dan terinfeksi penyakit. Berat brokoli yang

digunakan untuk P1 adalah 363,42 gram, 366,58 gram, 366,86 gram. Brokoli P2 dengan berat 369,73 gram, 366,54 gram, 360,62 gram. Brokoli P3 dengan berat 365,78 gram, 370,71 gram, 360,46 gram. Brokoli P4 dengan berat 365,98 gram, 364,17 gram, 366,74 gram sedangkan brokoli P5 dengan berat 371,51 gram, 359,88 gram, 365,53 gram. Brokoli yang telah diukur beratnya kemudian diukur warnanya dengan colormeter sebelum brokoli dicuci dengan air berisi es. Tahapan selanjutnya yaitu brokoli setiap perlakuan dimasukkan dalam styrofoam box berisi es dengan berat 3 kg. Brokoli dalam box 1 dengan berat 1,086 kg (P1), box 2 dengan berat 1,076 kg (P2), box 3 dengan berat 1,077 kg (P3), box 4 dengan berat 1,081 (P4) dan box 5 dengan berat 1,089 kg (P5). Brokoli yang telah disimpan dalam *Styrofoam box* ditransportasikan dengan mobil *pick up* menuju laboratorium kampus Sudirman Universitas Udayana untuk penelitian selanjutnya.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari lima perbandingan waktu. Perbandingan waktu antara disimpan dalam styrofoam box berisi es dan dipajang dalam *show case* bersuhu 10°C terdiri dari empat perbandingan waktu. Empat perbandingan waktu tersebut adalah P2 yaitu 12 jam : 12 jam, P3 yaitu 15 jam : 9 jam, P4 yaitu 18 jam : 6 jam, P5 yaitu 21 jam : 3 jam. Disediakan 1 unit percobaan sebagai kontrol (P1) dengan lama waktu penyimpanan 12 jam dalam styrofoam box tanpa es dan 12 jam dipajang dalam ruang terbuka. Perbandingan waktu yang digunakan dengan mempertimbangkan lama waktu brokoli dapat dipajang dan lama waktu distribusi brokoli dalam styrofoam box berisi es. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga didapat 15 unit percobaan. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisa keragamannya dan apabila terdapat pengaruh nyata antar masing - masing perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah berat, laju respirasi, warna dan umur simpan. Pengukuran tiap parameter dilakukan sebelum brokoli diberikan perlakuan kemudian pengukuran selanjutnya dilakukan setelah produk disimpan dalam styrofoam box. Waktu pengamatan P1 dan P2 pada pukul 22.00 wita, P3 pada pukul 01.00 Wita, P4 pada pukul 04.00 Wita dan P5 pada pukul 07.00 Wita. Waktu pengamatan ditentukan berdasarkan lama waktu penyimpanan brokoli dalam styrofoam box berisi es setelah dipanen sebagai keragaman

perlakuan. Pengamatan tiap parameter untuk setiap perlakuan diulang sampai bunga brokoli berwarna kuning.

Persentase Susut Berat

Penimbangan berat produk dengan timbangan digital dilakukan pada brokoli setelah panen atau sebelum diberikan perlakuan. Pengukuran berikutnya untuk parameter ini dilakukan sebelum brokoli di-*display* dalam *show case*.

$$\text{Persentase Susut Berat} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

Laju Respirasi

Pengukuran laju respirasi dilakukan dengan menempatkan brokoli dalam stoples. Brokoli yang telah disimpan dalam *styrofoam box* berisi es ditaruh dalam stoples yang ditutup rapat yang ditempatkan dalam *show case* dengan suhu 10°C selama satu jam. Setelah satu jam, jarum gas analyzer dimasukkan kedalam lubang yang ditutup plastisin selama 10 detik untuk mengetahui persentase O₂ dan CO₂. Volume bebas wadah dapat ditentukan dengan mengurangi volume total wadah dengan volume brokoli. Sedangkan untuk menentukan volume brokoli dapat menggunakan gelas ukur yang berisi air. Penghitungan laju konsumsi O₂, laju produksi CO₂ dan nilai *respiratory quotient* dapat dilihat pada rumus berikut:

$$R_{1/2} = \frac{V}{W} \times \frac{dc}{dt}$$

: R = laju respirasi (ml/kg. jam)
V = volume bebas wadah (ml)
W = berat bahan (kg)
dc/dt = laju perubahan konsentrasi gas (%/jam)

$$RQ = \frac{RCO_2}{RO_2}$$

Subskrip 1 dan 2 = masing – masing menyatakan O₂ dan CO₂
RQ = Rasio respirasi

RQ menunjukkan rasio antara CO₂ yang dikeluarkan dan O₂ yang digunakan dalam proses respirasi. Nilai RQ juga dapat digunakan untuk menentukan jenis substrat yang digunakan dalam proses respirasi brokoli dan sifat respirasi selama penyimpanan.

Nilai RQ dan jenis substrat yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

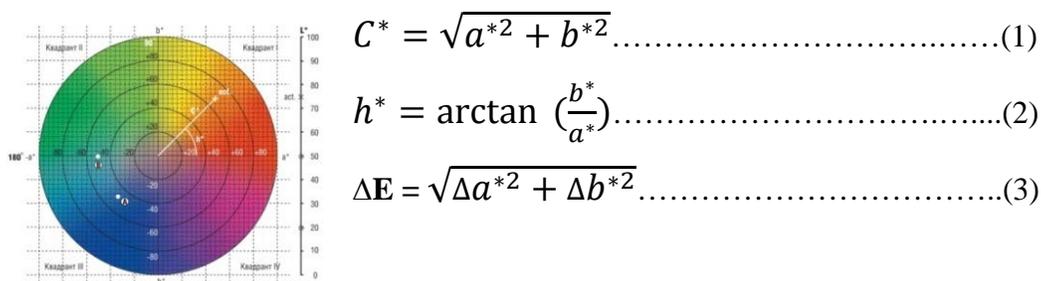
Tabel 1. Jenis substrat berdasarkan nilai *Respiratory Quotient*

Nilai RQ	Jenis Substrat yang digunakan
0,91 – 1,10	Karbohidrat
0,8 – 0,9	Protein
0,7 – 0,79	Lemak

Sumber : Kays, 1991

Perubahan Warna

Pengukuran warna brokoli yang diamati secara objektif untuk memperoleh nilai L, a dan b menggunakan Colorimeter. Nilai L, a dan b yang diperoleh kemudian diolah dengan rumus pada Gambar 1. *Chroma* yaitu kemurnian warna diperoleh dengan persamaan (1) sedangkan *Hue* atau karakteristik warna diperoleh dari persamaan (2). Perbedaan warna brokoli dapat ditentukan dengan persamaan (3).



$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \dots\dots\dots(1)$$

$$h^* = \arctan \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \dots\dots\dots(2)$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \dots\dots\dots(3)$$

Gambar 1. CIELAB Color Chart (Billmeyer, 1981)

Umur Simpan

Umur simpan produk segar hortikultura seperti sayuran tidak mencantumkan tanggal kadaluarsa. Maka umur simpan sayuran dapat ditentukan dengan kenampakan produk. Bunga brokoli yang sudah berwarna kuning tidak sesuai standar internasional mutu brokoli (Internasional Standardisation of Fruit and Vegetables Broccoli). Umur simpan brokoli ditentukan dengan kenampakan yang terlihat yaitu uji skor warna secara subjektif. Uji ini dilakukan oleh 10 orang panelis semi terlatih dari Universitas Udayana Fakultas Teknologi Pertanian selama produk belum rusak atau muncul warna kuning pada bunga. Kriteria uji skor warna disajikan pada Tabel 2..

Tabel 2. Kriteria Uji Skor Warna Brokoli

Kriteria	Skala Numerik	Keterangan Kriteria Nilai
Hijau Segar	5	warna bunga hijau segar
Hijau	4	warna bunga hijau pucat
Agak Kuning	3	≤25% bunga kuning
Kuning	2	>25% dan <50% bunga kuning
Kuning Sekali	1	>50% permukaan bunga kuning

Umur simpan brokoli dikatakan berakhir ketika brokoli pada perlakuan tersebut mendapatkan skor dari panelis <4. Pengamatan brokoli dihentikan ketika produk sudah rusak atau mendapat skor <4 dari panelis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Susut Berat Brokoli

Hasil uji analisis sidik ragam menyatakan *package icing* terinterupsi berpengaruh nyata terhadap persentase susut berat brokoli. Nilai negatif (-) pada tabel menyatakan brokoli mengalami kenaikan berat sedangkan nilai (+) menyatakan terjadinya penurunan berat. Persentase susut berat brokoli disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase susut berat brokoli selama penyimpanan

Perlakuan	Presentase Susut Berat Brokoli (%)			
	H1 ke H2	H2 ke H3	H3 ke H4	H4 ke H5
P1	1,46 ^a			
P2	0,34 ^b	0,36 ^a	0,41 ^b	
P3	-0,40 ^c	0,01 ^b	0,51 ^a	0,72 ^a
P4	-0,54 ^c	-0,50 ^c	0,57 ^a	0,66 ^a
P5	-0,56 ^c	-0,62 ^c	0,12 ^c	0,38 ^b
Nilai BNT	0,28	0,21	0,08	0,13

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom menyatakan perbedaan yang nyata pada taraf uji BNT 5%

Berat brokoli selama penyimpanan pada setiap perlakuan memiliki perbedaan yaitu menurun dan meningkat menurun. Penurunan berat brokoli menunjukkan air pada produk terevaporasi ke lingkungan. Sedangkan peningkatan berat menunjukkan brokoli lebih mampu mempertahankan air dalam produk dan menyerap air dalam lingkungan. Penurunan berat brokoli merupakan gejala terjadinya kerusakan jaringan pada brokoli (Makfoeld, 1992). Jaringan yang rusak mengakibatkan produk mudah kehilangan air atau terjadi susut berat. Selain itu susut berat brokoli terjadi akibat proses respirasi (Finger, 1994).

Laju Respirasi

Pola respirasi brokoli tiap perlakuan menunjukkan pola menurun. Laju respirasi tertinggi ditunjukkan oleh P1 sedangkan laju terendah ditunjukkan oleh P5. Semakin tinggi nilai yang ditunjukkan pada Tabel 4. dan Tabel 5. menunjukkan laju konsumsi oksigen atau produksi karbon dioksida brokoli semakin cepat. Pola menurun pada tiap perlakuan merupakan petunjuk terjadinya kerusakan enzim (Pantastico, 1989). Metabolisme atau perombakan senyawa kimia dalam produk yang berjalan sangat lambat bahkan akan terhenti merupakan kerusakan enzim. Enzim sebagai biokatalisator penting dalam perombakan senyawa

produk dalam proses respirasi. Tabel 4. dan Tabel 5. menyatakan *package icing* terinterupsi berpengaruh nyata terhadap laju respirasi pada hari pertama dan kedua.

Tabel 4. Laju konsumsi O₂ Brokoli Selama Penyimpanan

	Laju konsumsi O ₂ Selama Penyimpanan (ml O ₂ /kg.jam)				
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
P1	291,45 ^a	289,77 ^a			
P2	72,85 ^b	71,14 ^b	67,41	65,72	
P3	70,87 ^b	68,65 ^b	68,66	67,04	65,55
P4	70,90 ^b	66,59 ^b	66,26	64,69	63,14
P5	70,87 ^b	66,56 ^b	66,15	64,31	62,63
Nilai BNT	8,55	7	7,98	3,52	6,42

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom menyatakan perbedaan yang nyata pada taraf uji BNT 5%

Tabel 5. Laju Produksi CO₂ Brokoli Selama Penyimpanan

Perlakuan	Laju Produksi CO ₂ (ml O ₂ /kg. jam)				
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
P1	291,47 ^a	289,78 ^a	-	-	-
P2	72,90 ^b	71,17 ^b	67,46	65,72	-
P3	68,95 ^b	68,68 ^b	68,68	67,04	65,55
P4	68,93 ^b	66,60 ^b	66,27	64,69	63,13
P5	68,96 ^b	66,62 ^b	66,21	64,31	62,57
Nilai BNT	7,85	8,48	7,79	3,52	4,87

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom menyatakan perbedaan yang nyata pada taraf uji BNT 5%

Perbandingan kadar CO₂ dengan O₂ pada Tabel 6. menunjukkan nilai RQ antara 0,97 dan 1,0. Hasil penelitian sejalan dengan Phan (1997) yang menyatakan substrat berupa karbohidrat dioksidasi sepenuhnya dalam proses respirasi atau proses respirasi berjalan sempurna kearah pembentukan CO₂. Proses respirasi brokoli dapat terjadi akibat ketersediaan substrat dan ketersediaan oksigen di lingkungan (Lakitan, 2013).

Tabel 6. Nilai *Respiratory Quotient* (RQ)

Perlakuan	Nilai RQ				
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
P1	1,00	1,00	-	-	-
P2	1,00	1,00	1,00	1,00	-
P3	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00
P4	0,97	1,00	1,00	1,00	0,97
P5	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00

Perubahan Warna

Nilai *color difference* brokoli pada Tabel 7. menunjukkan peningkatan nilai pada hari berikutnya. Semakin tinggi nilai *color difference*, maka semakin jauh perbedaan warna brokoli dari keadaan awal. Nilai *color difference* selama penyimpanan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai *Color Diffrence*

Perlakuan	Color Diffrence				Nilai Rata –Rata Perubahan Perhari
	H1 ke H2	H1 ke H3	H1 ke H4	H1 ke H5	
P1	10,13				10,13
P2	4,70	9,39	13,70		4,50
P3	3,21	6,40	9,73	13,39	3,40
P4	3,07	6,10	9,52	13,09	3,35
P5	3,03	5,99	9,53	13,09	3,35

Brokoli yang masih berwarna hijau ditunjukkan nilai *color difference* $\leq 9,73$. Warna bunga brokoli sebagai indikator kesegaran menyatakan apabila kenampakan masih terlihat aslinya atau warna dasarnya tidak terjadi perubahan (Winarno, 1993). Perubahan warna bunga brokoli dari warna hijau menjadi kuning terjadi karena degradasi klorofil. Klorofil sangat mudah terdegradasi oleh cahaya, pH, suhu, oksigen dan alkohol yang berlebihan.

Umur Simpan

Umur simpan brokoli paling pendek pada P1 hanya mampu bertahan pada hari kedua dengan skor dari panelis yaitu 2,4. Sedangkan umur simpan brokoli paling panjang pada P3, P4 dan P5 yang mampu bertahan selama 5 hari.

Tabel 8. Hasil Uji Skor Warna Bunga Brokoli

Perlakuan	Skor Rataan Warna Bunga				
	H1	H2	H3	H4	H5
P1	4,3	2,4	-	-	-
P2	5	5	4	3,2	-
P3	5	5	5	4	3
P4	5	5	5	4	3,2
P5	5	5	5	4,2	3,3

Produk sayuran seperti brokoli tidak mencantumkan label tanggal kadaluarsa sehingga akhir umur simpan produk ditentukan dengan lama waktu produk mencapai tingkatan degradasi mutu tertentu (Floros, 1993). Penilaian subjektif dari panelis dengan skor warna digunakan sebagai acuan penentuan umur simpan. Brokoli yang belum memiliki warna kuning pada bagian bunga mendapat skor ≥ 4 . Sedangkan ketika bunga brokoli sudah berwarna kuning

maka panelis memberi skor <4 dan dianggap sebagai akhir umur simpan produk. Jumlah warna kuning pada bunga brokoli menentukan nilai <4 dari panelis. Semakin banyak warna kuning pada brokoli maka nilai uji skor warna dari panelis semakin kecil. Warna pada brokoli merupakan faktor mutu yang sangat penting karena sebagian besar konsumen menginginkan warna brokoli yang segar dalam hal ini warna hijau agak gelap (Bafdal, 2007). Standar Internasional (Internasional Standardisation of Fruit and Vegetables Broccoli) untuk warna bunga brokoli menyatakan tidak boleh ada warna kuning pada bunga.

Keterkaitan Antar Parameter

Aktivitas metabolisme brokoli yaitu respirasi merupakan hal yang terjadi pada produk hasil pascapanen pertanian lainnya. Respirasi merupakan kebalikan fotosintesis dimana proses respirasi mengakibatkan brokoli mengalami susut berat akibat kehilangan air dalam produk. Air dalam produk berfungsi dalam menjaga stabilitas kerja organ dalam sel. Kekurangan air dapat menyebabkan kerusakan pada kloroflas sehingga klorofil didalamnya mengalami degradasi. Perubahan warna bunga brokoli dari hijau menjadi kuning merupakan salah satu akibat dari kerusakan klorofil (Tian, 1994). Proses respirasi, transpirasi dan perubahan warna pada brokoli terjadi semakin cepat ketika brokoli lebih lama dipajang pada *show case* dengan suhu 10°C. Suhu pemajangan lebih tinggi dibandingkan suhu penyimpanan brokoli dalam styrofoam box berisi es dimana suhunya antara 0 °C sampai 5 °C. Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh P5 yaitu disimpan selama 21 jam dalam styrofoam box berisi es dan 3 jam pemajangan dalam *show case*. Untuk mempertahankan umur simpan brokoli maka susut berat produk dibuat seminimal mungkin, hal ini sejalan dengan Thomson (2002).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. P5 merupakan perlakuan terbaik dari parameter yang diamati yaitu susut berat, laju respirasi, perubahan warna dan umur simpan.
2. Umur simpan maksimum penyimpanan brokoli dengan metode *package icing* terinterupsi selama 5 hari dengan sela waktu *display* paling lama yaitu 9 jam dalam *show case* pada P3.

Saran

1. Untuk memperpanjang umur simpan maka brokoli sebaiknya dipajang paling lama 9 jam.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap parameter lainnya dengan sela waktu *display* yang berbeda dan suhu *show case* lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bafdal, N. 2007. Packaging Optimization for Transporting Broccoli at Low Temperature. Join Research Between The Padjajaran University and The Korea Research Institute Bandung, Indonesia Desember 2007.
- Billmeyer, F. W. Jr., & Saltzman, M., Principles of Color Technology, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 1981.
- Finger, Catherine. 1994. The Ability of Earning to Predict Future Earning and Cash Flow. Journal of Accounting Research Vol. 32.2 (Autum), P.210-223.
- Floros, J.D. and V. Gnanasekharan. 1993. Shelf life prediction of packaged foods: chemical, biological, physical, and nutritional aspects. G. Chlaralambous (Ed.). Elsevier Publ., London
- Kramer, P.J. 1963. Water stress and plant growth. Agronomic Journal 55: 31-35.
- Lakitan, Benyamin. 2013. Dasar Dasar Fisiologi Tumbuhan. Jakarta: Rajawali Press.
- Pantastico, Er.B., 1989. Fisiologi Pascapanen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika (Terjemahan Karimayani). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Phan CT, EB Pantastico, K Ogata dan K Chachin. 1997. Respirasi dan Puncak Respirasi. Di dalam: Pantastico EB, editor. Fisiologi Pascapanen Penanganan dan Pemanfaatan Buah Buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Ed ke-4. Kamariyani, penerjemah; Tjitrosoepomo, editor. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Thomson, J. F, Mitchell, F.G, Rumsey, Kasmire, R. F, and Crisosto, C. H., 2002. Comercial Cooling Fruit, Vegetables, and Flower. University of California. Division of Agricultural and Natural Resources Publication 21567.
- Tian, M.S., Down, C.G., Lill, R.E. & King, G.A. 1994. A Role of Ethylene in the Yellowing of Broccoli After Harvest. Journal of the American Society for Horticultural Science 119 : 276 – 281.
- Utama, M.S., Jeferson W.G dan Dewa G.M.P., 2002. Teknologi Pascapanen Hortikultura. Program studi teknologi Pertanian UNUD Denpasar dan ECFED Program Texas A&M University Texas, USA
- Winarno, F.G 1993. Fisiologi Lepas Panen. Sastra Hudaya. Jakarta