

# KAJIAN PENGARUH PRA PENDINGINAN DAN SUHU PENYIMPANAN TERHADAP UMUR SIMPAN BROKOLI

Nur Anggraeni Blongkod<sup>1)</sup> Frans Wenur<sup>2)</sup> Ireine A. Longdong<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado

## ABSTRACT

A study on the effect of pre-cooling and storage temperature to the storage life of Broccoli has been done. The objective of the study was to determine the changes in weight, changes in texture and color as well as changes in vitamin C of broccoli during storage and to obtain the pre-cooling methods and proper storage temperature which could extending the storage life of Broccoli. This research uses experimental method with descriptive analysis to explain the change in weight, color, vitamin C and texture that occurs in broccoli during storage. Several Broccoli were stored using a combination of treatments as follows: Treatment of pre-cooling (A) consists of: A0 - without pre-cooling, A1 - pre-cooling using water (23°C), A2 - pre-cooling using ice water (0 °C) and tretment of storage temperature (B) consisting of: B0 - storage at room temperature (27°C - 28°C), B1 - storage at a temperature of 10°C ± 2 °C, B2 – storage temperature of 5 °C ± 2 °C, and B3 - storage temperature of 0°C ± 2 °C. The results showed that broccoli with pre-cooling treatment using ice water at a temperature of 0 °C ± 2 °C is best. The broccoli has not changed in weight, the value of brightness was 40.74, still keep green color and the vitamin C content of 4.605 mg. with the value of hardness at the top of 0.09 mm/g and at the bottom of 0.08 mm/g. Broccoli stored with pre-cooling by ice water at a temperature of 0 °C ± 2 °C has a longest storage life compared to other treatments, namely up to 42 days.

Keywords: Broccoli, pre-cooling, storage temperature, shelf life

## ABSTRAK

Kajian Pengaruh Pra Pendinginan Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Umur Simpan Brokoli telah dilakukan. Tujuannya adalah untuk menentukan perubahan berat, perubahan tekstur dan warna serta perubahan vitamin C brokoli selama penyimpanan dan untuk mendapatkan metode pra pendinginan dan suhu penyimpanan yang tepat dalam memperpanjang umur simpan brokoli. Penelitian ini menggunakan metode percobaan dengan analisis deskriptif yaitu menjelaskan perubahan berat, warna, kadar vitamin C dan tekstur yang terjadi pada brokoli selama penyimpanan. Sejumlah Brokoli disimpan dengan kombinasi perlakuan sebagai berikut: Perlakuan pra pendinginan (A) terdiri dari: A0 - tanpa pra pendinginan, A1 - pra pendinginan menggunakan air (23°C), A2 - pra pendinginan menggunakan air es (0°C) sedang perlakuan suhu penyimpanan (B) terdiri atas: B0 - penyimpanan pada suhu ruang (27°C - 28°C), B1 - penyimpanan pada suhu 10°C ± 2°C, B2 - penyimpanan suhu 5°C ± 2°C, dan B3 - penyimpanan suhu 0°C ± 2°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa brokoli dengan perlakuan pra pendinginan menggunakan air es pada suhu 0°C ± 2°C adalah yang terbaik dimana brokoli tidak mengalami perubahan berat, tingkat kecerahan sebesar 40,74 dan berwarna hijau dengan kadar vitamin C sebesar 4,605 mg. serta nilai kekerasan pada bagian atas sebesar 0,09 mm/g dan pada bagian bawah sebesar 0,08 mm/g. Brokoli yang disimpan pada perlakuan pra pendinginan air es pada suhu 0°C ± 2°C memiliki masa simpan yang paling lama dibanding perlakuan lainnya yaitu hingga 42 hari.

Kata kunci : Brokoli, pra pendinginan, suhu penyimpanan, umur simpan

## PENDAHULUAN

Brokoli (*Brassica oleraceae* L.) merupakan salah satu komoditi hortikultura yang mudah rusak karena memiliki kandungan air yang tinggi (90%), dan kelas laju respirasi yang sangat tinggi. (Utama, 2001; Rokhani, 1995). Sehingga perlu dilakukan penanganan pasca panen yang baik agar umur simpannya lebih lama. Setelah dipanen brokoli masih melakukan proses metabolisme yaitu respirasi dan terus melakukan transpirasi yang menyebabkan pematangan, penuaan dan akhirnya layu.

Kerusakan brokoli disebabkan oleh beberapa factor yaitu mekanis dan biologis. Nilai kesegaran pada brokoli bisa diketahui dari laju respirasi, yang akan mempengaruhi susut berat, tekstur, kadar air, perubahan warna, kandungan vitamin C atau aktifitas fisiologis maupun mikrobiologis semakin meningkat (Rukmana, 1994). Untuk menjaga agar produk selepas panen tetap tahan lama, maka proses metabolisme harus ditekan serendah mungkin dengan cara penyimpanan dan pengemasan (Ashari, 2006). Perlakuan pasca panen bertujuan untuk mengurangi proses terjadinya respirasi dan transpirasi. Dengan terhambatnya kedua proses tersebut, maka proses biologis (reaksi enzimatis/biokimia) yang terjadi didalam brokoli juga ikut terhambat (Cahyono, 2001).

Setelah dipanen brokoli harus segera ditangani dengan baik dengan melakukan pra-pendinginan untuk menurunkan laju respirasi dan mencegah terjadinya pelayuan dan pembusukan (Rokhani, 1995). Penyimpanan produk hortikultura segar dimaksudkan untuk memperpanjang daya gunanya dan dalam keadaan tertentu memperbaiki mutunya; selain dari itu juga menghindarkan banjirnya produk ke pasar, memberi kesempatan yang luas untuk memilih produk hortikultura sepanjang tahun, membantu pemasaran yang teratur, dan meningkatkan keuntungan produsen atau petani (Pantastico *et al*, 1997).

Berbagai kondisi lingkungan selama produk pertanian disimpan sangat berpengaruh terhadap mutu produk atau perubahan fisiologi lepas panen. Dari semua faktor lingkungan yang paling berpengaruh adalah suhu (Winarno, 2002). Suhu mempengaruhi penuaan produk karena mengatur laju semua proses-proses fisiologi dan biokimia (Pantastico *et al*, 1997).

Penyimpanan pada suhu yang dingin dapat menghambat kerusakan fisiologis, penguapan serta aktivitas mikroorganisme yang mengganggu sehingga mutu serta kualitas buah dan sayuran dari mulai panen sampai diterima di tangan konsumen masih tetap terjaga. Muchtadi (1992) menyatakan penyimpanan bahan pada suhu rendah merupakan cara yang efektif untuk memperpanjang umur simpan bahan segar, karena dengan cara ini dapat mengurangi kegiatan respirasi, proses penuaan, dan pertumbuhan mikroorganisme.

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan perubahan berat, perubahan tekstur dan warna serta perubahan vitamin C brokoli selama penyimpanan.
2. Mendapatkan metode pra pendinginan dan suhu penyimpanan yang tepat untuk memperpanjang umur simpan brokoli.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yang terdiri dari 2 perlakuan dan 3 kali ulangan.

Perlakuan A adalah pra pendinginan yaitu :

A0 : Tanpa pra pendinginan (kontrol)

A1: Pra pendinginan dengan air (23°C)

A2: Pra pendinginan dengan air es (0°C)

Perlakuan B adalah suhu penyimpanan terdiri dari :

B0 : Suhu Ruang

B1 : Suhu 10°C ± 2°C

B2 : Suhu 5°C ± 2°C

B3 : Suhu 0°C ± 2°C

Data hasil pengamatan dan perhitungan kemudian di plot kedalam tabel, gambar dan grafik kemudian dikaji

secara deskriptif, yaitu menjelaskan kehilangan bobot, warna, kadar vitamin C dan tekstur yang terjadi pada brokoli selama penyimpanan.

### Prosedur Penelitian

1. Brokoli yang digunakan untuk penelitian ini dipanen pada umur 100 hari langsung dari kebun petani di Kelurahan Kakaskasen.
2. Brokoli dipetik dengan sebagian daun yang membungkus krop.
3. Brokoli dimasukkan kedalam keranjang plastik untuk diangkut ke tempat pra pendinginan.
4. Brokoli di kupas dari daun-daun yang membungkus krop kemudian dicuci dengan air bersih, dan ditiriskan
5. Kemudian ditimbang sebelum dilakukan pra pendinginan. Masing-masing perlakuan dibuat 3 ulangan.
6. Brokoli di lakukan pra pendinginan sesuai perlakuan selama 15 menit setelah itu disimpan pada lemari pendingin dan suhu ruang sesuai perlakuan suhu penyimpanan
7. Selanjutnya pengamatan dilakukan setiap hari sekali (berat dan warna) selama penyimpanan untuk mengukur tekstur dan penurunan vitamin C dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan.
8. Penimbangan berat brokoli yang disimpan pada suhu  $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  didalam coolbox terlebih dahulu ditiriskan selama 10 menit kemudian dilakukan penimbangan.
9. Pengamatan dibatasi sampai bahan menjadi rusak .

### Hal-hal yang Diamati

#### Perubahan/Susut Berat

Bobot Awal sampel ditimbang sebelum buah disimpan. Pengamatan selanjutnya dilakukan dengan menimbang sampel sebelum penyimpanan dan setelah penyimpanan. Susut berat dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$W = \frac{A - B}{A} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

W: Susut Berat (%)

A: Bobot brokoli awal (g)

B: Bobot brokoli Hari ke-n (g)

Perubahan susut berat brokoli diukur dengan menggunakan timbangan *digital* selama penyimpanan.

Pada setiap perlakuan pra pendinginan dengan menggunakan air es direndam selama 15 menit. Setelah dilakukan pra pendinginan brokoli disimpan sesuai perlakuan. Selama penyimpanan brokoli dilakukan penghitungan perubahan berat.

#### Perubahan Warna

Persepsi manusia terhadap warna berbeda dengan pengkodean pada model RGB yang diterapkan dikomputer. KII (Komisi Iluminasi Internasional) mengembangkan model warna yang banyak diterapkan pada alat ukur warna. Sistem warna ini mempunyai tiga buah sumbu utama, yaitu X,Y, dan Z. 3 unsur warna untuk menyatakan warna yaitu *hue* (warna kromatik), *value/ lightness* (warna akromatik atau kecerahan), dan kroma (intensitas warna kromatik). Penglihatan manusia merespon 3 warna yaitu merah, hijau dan biru. Alat pengukur warna Hunter, Gardner atau Macbeth menggunakan skala L, a dan b, dimana :

L = menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu dan hitam.

Nilai L berkisar antara 0 (hitam) – 100 (putih).

a = menyatakan warna kromatik campuran merah – hijau

nilai :+a dari 0 – 100 untuk warnah merah

-a dari 0 - (-80) untuk warna hijau

b = menyatakan warna kromatik campuran biru – kuning

nilai : +b dari 0 -70 untuk warna biru

-b dari 0 - (-70) untuk warna kuning

Sampel di letakan pada colorflex hingga menutupi seluruh lubang kamera yang ada pada colorflex. Analisis warna kemudian dilakukan dengan menggunakan Hunterlab ColorFlex EZ spectrophotometer. Uji brokoli dilakukan dengan sistem warna Hunter L\*, a\*, b\*. Chromameter terlebih dahulu dikalibrasi dengan standar warna putih yang terdapat pada alat tersebut. Hasil analisis yang dihasilkan berupa nilai L (Lightning), a\*, b\*. Pengukuran total derajat warna digunakan basis warna putih sebagai standar. Hubungan nilai L, a dan b dengan nilai X, Y, dan Z pada sistem CIE yaitu :

$$L = 100Y^{1/2} \quad (2)$$

$$a = \frac{175(1,02 X - Y)}{Y^{1/2}} \quad (3)$$

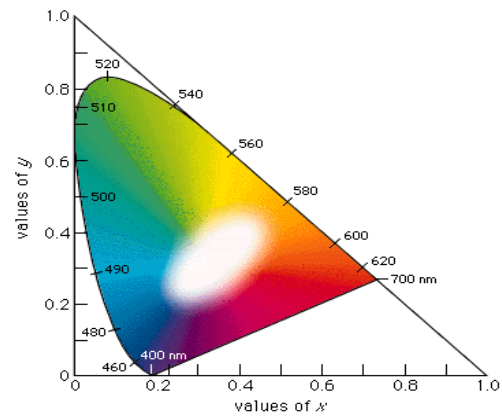
$$b = \frac{70(Y - 0,847Z)}{Y^{1/2}} \quad (4)$$

Nilai X, Y dan Z kemudian di konversi ke nilai x dan y. Nilai x dan y merupakan nilai-nilai koordinat pada peta warna monokromatis dan warna campurannya, dimana :

$$x = \frac{Y}{(X + Y + Z)} \quad (5)$$

$$y = \frac{Y}{(X + Y + Z)} \quad (6)$$

Warna-warna spektral yang diplot pada koordinat x dan y.



Gambar 2. Grafik Warna

### Pengukuran Vitamin C

Pengukuran vitamin C dilakukan diawal dan diakhir pengamatan, menggunakan metode *Titrimetri* (titrasi) dengan cara sebagai berikut: (Sudarmadji, 1997)

Timbang 200–300 g bahan dan hancurkan dalam *waring blender* sampai diperoleh *slurry*. Timbang 10 – 30 g *slurry* masukkan ke dalam labu takar 100 ml dan tambahkan aquades sampai tanda. Saring dengan kertas saring untuk memisahkan filtratnya.

Ambil 5–25 ml filtrat dengan pipet dan masukkan ke dalam erlenmeyer 125 ml. Tambah 2 ml larutan amilum 1% dan tambahkan 20 ml aquades kalau perlu. Kemudian titrasi dengan 0,01 N standard yodium.

Perhitungan vitamin C menggunakan rumus :

$$\text{ml titrasi} \times 0,88 = \dots\dots\dots \text{mg}$$

### Tekstur

Tekstur buah diukur dengan menggunakan penetrometer dengan cara sebagai berikut (Edowaii, 2007):

1. Ambil Sampel brokoli sesuai perlakuan.
2. Atur penetrometer hingga angka penetrometer mencapai 0.
3. Letakkan Sampel di bawah penetrometer, atur hingga menyentuh sampel. Kemudian tekan hingga

terdengar bunyi dan dengan 2 posisi berbeda yaitu: Pangkal dan ujung.

4. Baca angka yang tertera pada penetrometer (mm). Kemudian catat angka yang tertera pada alat.
5. Angka yang didapat atau terlihat pada penetrometer.

$$c = \frac{p}{w}$$

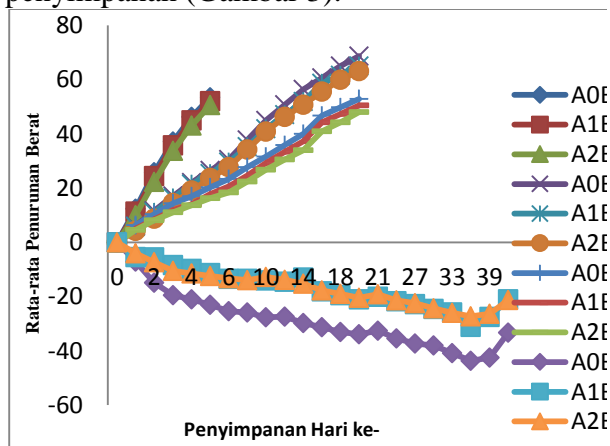
Keterangan :

- c : Kekerasan  
w : Massa beban (g)  
p : Hasil yang terbaca pada penetrometer (mm)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perubahan Berat

Perubahan berat merupakan salah satu faktor yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi mutu fisik brokoli. Perubahan berat brokoli berubah bersamaan dengan lamanya waktu penyimpanan (Gambar 3).



Gambar 3. Rata-rata perubahan / penurunan berat brokoli selama penyimpanan

Brokoli yang disimpan pada suhu ruang pada hari ke-5 mengalami penurunan berat sebesar 53,4 % pada perlakuan tanpa pra pendinginan, 52 % pada perlakuan air biasa, dan 50,6% untuk perlakuan air es. Berdasarkan hasil perhitungan perubahan berat dapat dilihat bahwa rata-rata perubahan berat pada perlakuan air + es terendah sedangkan perubahan berat yang tertinggi terdapat

pada brokoli yang tidak mengalami perlakuan pra pendinginan.

Pada penyimpanan suhu berkisar  $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  brokoli pada hari ke-20 penurunan berat pada perlakuan tanpa pra pendinginan sebesar 68,6 %, pada perlakuan air sebesar 65 % dan pada perlakuan air es sebesar 63,1% . Penyimpanan suhu berkisar  $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  pada penyimpanan hari ke-20, penurunan berat pada perlakuan tanpa pra pendinginan sebesar 52,8% perlakuan air penurunan berat sebesar 50,4% dan perlakuan air es sebesar 48,0 % . Penyimpanan suhu berkisar  $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  brokoli tidak mengalami penurunan berat. Hal ini terjadi karena brokoli direndam didalam air bercampur es. Penambahan air terjadi karena proses absorpsi yaitu terjadi penyerapan air oleh brokoli.

Pada penyimpanan suhu ruang perubahan berat lebih tinggi dari pada suhu di bawah  $10^{\circ}\text{C}$ , hal ini dipengaruhi oleh respirasi yang meningkat dapat mengakibatkan hilangnya cadangan makanan dalam jaringan, menurunnya rasa dan nilai makanan. Kehilangan berat kering karena respirasi, nyata sekali pada bahan yang disimpan pada kurun waktu lama (Susanto, 1994).

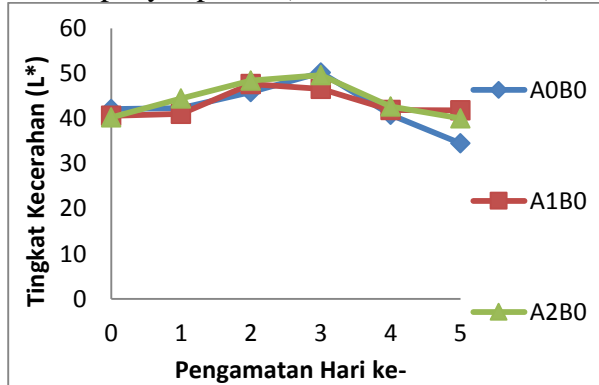
Susut berat ini disebabkan proses transpirasi dan respirasi sehingga mengakibatkan sayur mengalami susut berat. Hal ini disebabkan brokoli setelah di panen terus melakukan proses metabolisme, salah satu proses tersebut adalah katabolisme. Katabolisme disebut pula disimilasi, karena dalam proses ini energi yang tersimpan ditimbulkan kembali atau dibongkar untuk melakukan proses-proses kehidupan.

Kehilangan air selama penyimpanan tidak hanya menurunkan berat, tetapi juga dapat menurunkan mutu dan menimbulkan kerusakan. Kehilangan yang hanya sedikit mungkin tidak akan mengganggu tetapi kehilangan yang banyak akan menyebabkan kelayuan dan pengkripitan. Kehilangan berat dapat juga disebabkan oleh kehilangan karbon selama respirasi, namun hal ini ternyata kurang penting

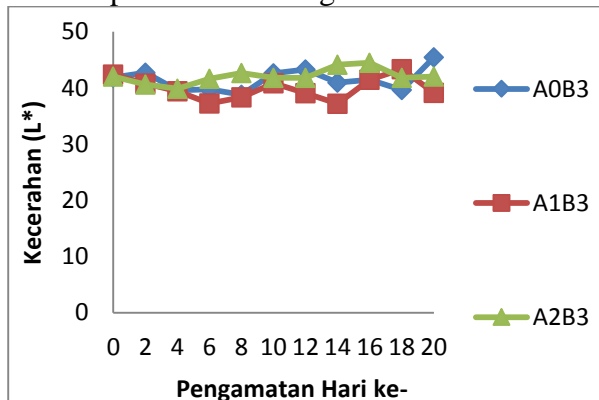
(Muchtadi, 1991). Selama penyimpanan akan berkurang sebagai akibat dari penguapan air. Jika air telah berkurang sebanyak 10% maka akan mempengaruhi mutu dan akan berimbas pada kenampakan visual dan beberapa zat dalam komoditas yang bersangkutan (Gardjito dan Wardana, 2003). Menurut Setyadjit dan Syaifullah (1994) dalam Linayanti (2005), suhu tinggi menyebabkan proses transpirasi lebih cepat dari pada suhu rendah. Transpirasi yang tinggi dapat menurunkan kadar air sehingga susut berat menjadi besar. Selain itu suhu tinggi menyebabkan respirasi meningkat.

### Perubahan Warna

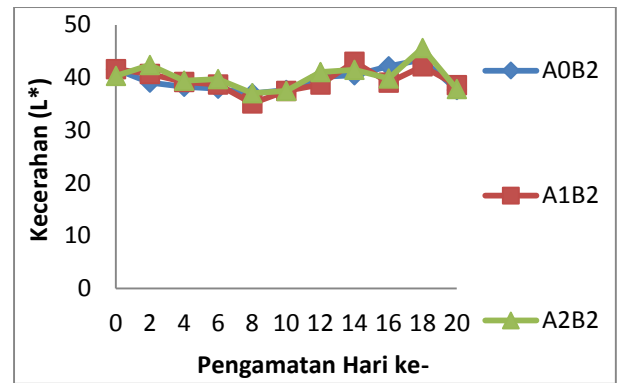
Warna bahan pangan selama penyimpanan akan mengalami perubahan yang dipengaruhi kondisi penyimpanan. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai L\* (kecerahan) menggunakan HunterLab selama penyimpanan (Gambar 4,5,6 dan 7)



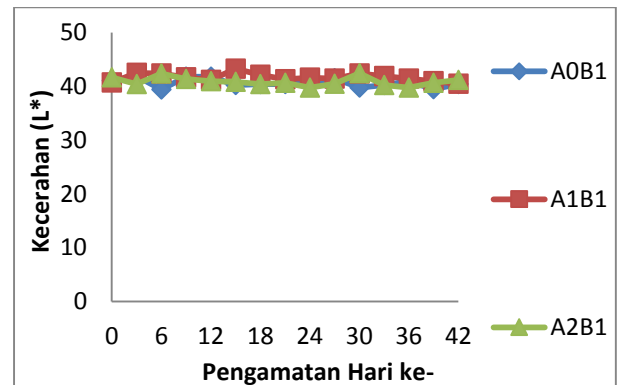
Gambar 4. Tingkat Kecerahan Brokoli pada Suhu Ruang



Gambar 5. Tingkat Kecerahan Brokoli pada Suhu penyimpanan 10°C ± 2°C



Gambar 6. Tingkat Kecerahan Brokoli pada Suhu penyimpanan 5°C ± 2°C



Gambar 7. Tingkat Kecerahan Brokoli pada Suhu penyimpanan 0°C ± 2°C

Dapat dilihat dari gambar diatas bahwa kecerahan bunga brokoli yang disimpan dalam beberapa tingkat suhu penyimpanan, setelah beberapa hari, tingkat kecerahan bunganya bervariasi dan tidak tergantung pada suhu penyimpanan.

Indikator lain yang sering digunakan sebagai indeks kesegaran untuk sayuran daun atau bunga adalah klorofil. Degradasi klorofil dapat menyebabkan perubahan warna daun atau bunga dari hijau menjadi kuning (Winarno, 2002). Pada penelitian ini tidak diukur kandungan klorofil, akan tetapi berdasarkan indikator umum warna hijau yang identik dengan kandungan klorofil, secara visual terlihat perubahannya. Hal ini disebabkan karena brokoli yang baru dipanen umumnya berwarna hijau tua yang disebabkan oleh adanya kandungan klorofil dan lambat laun (setelah disimpan) warnanya berubah menjadi kuning (menguning).

## Vitamin C

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh suhu penyimpanan terhadap vitamin C menunjukkan adanya pengaruh suhu penyimpanan terhadap vitamin C dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Rata-rata Vitamin C

Perlakuan	Hari ke-	Rata-rata Vit C
A0B0	5	7,304 mg
A1B0	5	7,128 mg
A2B0	5	7,216 mg
A0B2	20	4,4 mg
A1B1	20	5,456 mg
A2B1	20	5,28 mg
A0B2	20	3,96 mg
A1B2	20	4,488 mg
A2B2	20	4,4 mg
A0B3	42	4,928 mg
A1B3	42	4,605 mg
A2B3	42	4,605 mg

Rata-rata vitamin C menunjukkan bahwa pada penyimpanan suhu  $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  dengan penyimpanan selama 42 hari paling sedikit mengalami penurunan. Pada suhu  $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  dan pada suhu  $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama penyimpanan 20 hari lebih rendah dari pada penyimpanan pada suhu ruang ( $26^{\circ}\text{C}$ ).

Hal ini dikarenakan suhu yang tepat dapat menghambat respirasi sayur sehingga kandungan vitamin C dapat dipertahankan, atau bisa dikatakan suhu mempunyai pengaruh terhadap kecepatan suatu reaksi kimia dalam bahan pangan yang dikatalis oleh kerja enzim, sehingga pada suhu penyimpanan yang paling rendah ( $0^{\circ}\text{C}$ ) kerja enzim akan terhambat dan vitamin C akan tetap terjaga.

Menurut Winarno (1993), vitamin C merupakan vitamin yang mudah rusak. Selain larut dalam air, vitamin C mudah hilang dalam proses oksidasi yang bisa dipercepat oleh panas atau sinar matahari, enzim serta oleh katalis seperti tembaga dan besi sehingga semakin rusak. Seiring dengan penurunan kadar air maka vitamin C juga menurun, hal ini diakibatkan karena terjadi reaksi enzimatik semakin cepat

sehingga asam askorbat digunakan sebagai sumber energi dan aktivitas metabolisme sayur.

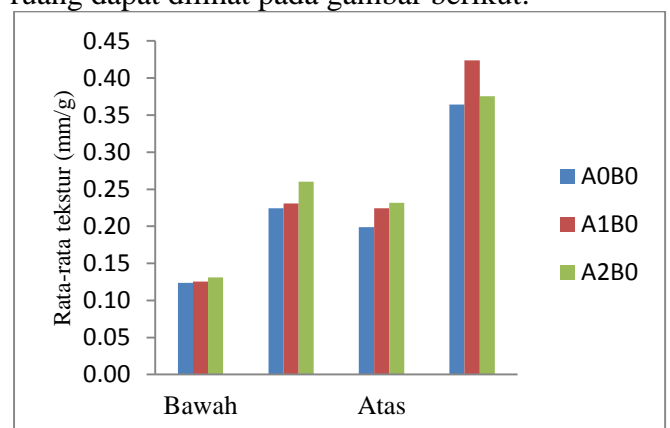
Menurut Muchtadi (1992) kenaikan suhu sebesar  $10^{\circ}\text{C}$  dalam kisaran  $10^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$  akan mempercepat reaksi tersebut sebesar dua kalinya. Kebalikannya apabila suhu bahan pangan yang baru dipanen segera diturunkan, penurunan  $10^{\circ}\text{C}$  akan memperlambat reaksi sebesar dua kalinya.

Menurut Apandi (1984), kandungan vitamin C selama penyimpanan tidak banyak mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena konsentrasi  $\text{O}_2$  yang rendah sehingga proses respirasi diperlambat dan perombakan asam askorbat berkurang, produksi etilen tertunda.

## Tekstur

Untuk menentukan nilai kekerasan / tekstur pada brokoli diukur dengan menggunakan penetrometer. Penetrometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kekerasan bahan dengan cara menusukkan jarum ke bagian jaringan. Semakin dalam penetrasi jarum tersebut menunjukkan semakin lunaknya suatu jaringan. Dengan kata lain semakin besar nilai kekerasan mengindikasikan semakin lunaknya jaringan tersebut. Hasil pengamatan tekstur dapat dilihat pada Gambar 8, 9, 10 dan 11.

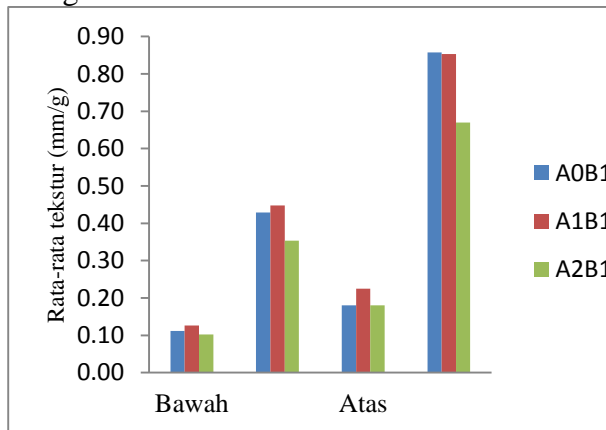
Nilai rata-rata tekstur pada suhu ruang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Rata-rata tekstur brokoli pada penyimpanan suhu ruang

Dapat dilihat bahwa nilai kekerasan atau tekstur semakin naik dengan seiring waktu penyimpanan. Pada suhu ruang nilai kekerasan tanpa pra pendinginan pada

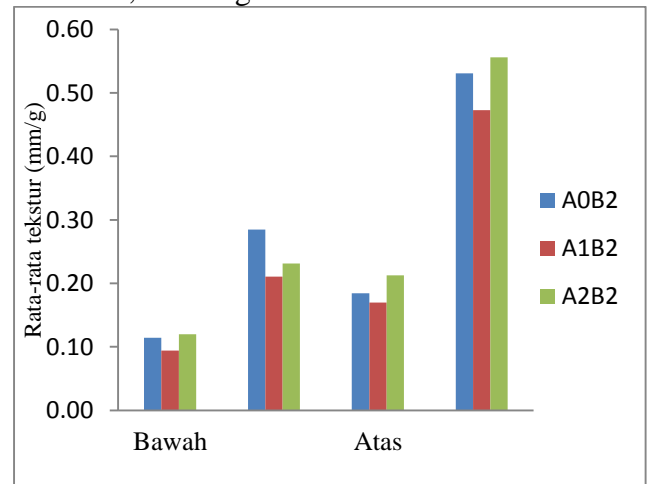
bagian batang bawah brokoli sebesar 0,12 mm/g dan pangkal atas batang brokoli sebesar 0,20 mm/g, sedangkan pra pendinginan menggunakan air pada bagian batang bawah brokoli sebesar 0,13 mm/g dan bagian atas batang brokoli sebesar 0,22 mm/g, dan pra pendinginan menggunakan air es pada bagian bawah batang brokoli sebesar 0,13 mm/g dan pada bagian atas batang brokoli sebesar 0,23 mm/g. Setelah penyimpanan selama 5 hari nilai kekerasan pada brokoli tanpa pra pendinginan pada bagian bawah batang brokoli sebesar 0,22 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,36 mm/g, pada pra pendinginan menggunakan air pada bagian bawah batang brokoli sebesar 0,23 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,42 mm/g, dan pada pra pendinginan menggunakan air es pada bagian bawah sebesar 0,26 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,38 mm/g.



Gambar 9. Rata-rata tekstur pada suhu 10°C ± 2°C

Nilai kekerasan pada suhu 10°C ± 2°C nilai kekerasan pada batang brokoli tanpa pra pendinginan pada bagian bawah sebesar 0,11 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,18 mm/g. Pra pendinginan menggunakan air pada bagian bawah sebesar 0,13 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,22 mm/g. Sedangkan pra pendinginan menggunakan air es pada bagian bawah sebesar 0,10 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,18 mm/g. Setelah penyimpanan selama 20 hari nilai kekerasan pada brokoli tanpa pra pendinginan pada bagian bawah brokoli batang brokoli sebesar 0,43 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,86 mm/g, pada

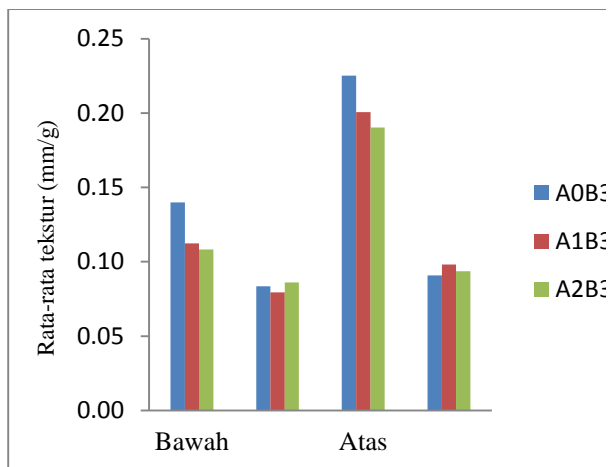
pra pendinginan menggunakan air pada bagian bawah batang brokoli sebesar 0,43 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,85 mm/g, dan pada pra pendinginan menggunakan air es pada bagian bawah sebesar 0,35 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,67 mm/g.



Gambar 10. Rata-rata tekstur pada suhu 5°C ± 2°C

Nilai kekerasan pada suhu 5°C ± 2°C nilai kekerasan pada batang brokoli tanpa pra pendinginan pada bagian bawah sebesar 0,11 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,18 mm/g. Pra pendinginan menggunakan air pada bagian bawah sebesar 0,09 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,17 mm/g. Sedangkan pra pendinginan menggunakan air es pada bagian bawah sebesar 0,12 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,21 mm/g. Setelah penyimpanan selama 20 hari nilai kekerasan pada brokoli tanpa pra pendinginan pada bagian bawah brokoli batang brokoli sebesar 0,28 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,53 mm/g, pada pra pendinginan menggunakan air pada bagian bawah batang brokoli sebesar 0,21 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,47 mm/g, dan pada pra pendinginan menggunakan air es pada bagian bawah sebesar 23 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,56 mm/g.





Gambar 11. Rata-rata tekstur pada suhu  $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

Nilai kekerasan pada suhu  $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (dalam kotak styrofoam) nilai kekerasan pada batang brokoli tanpa pra pendinginan pada bagian bawah sebesar 0,14 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,23 mm/g. Pra pendinginan menggunakan air pada bagian bawah sebesar 0,11 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,20 mm/g. Sedangkan pra pendinginan menggunakan air + es pada bagian bawah sebesar 0,11 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,19 mm/g. Setelah penyimpanan selama 42 hari nilai kekerasan pada brokoli tanpa pra pendinginan pada bagian bawah batang brokoli sebesar 0,08 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,09 mm/g, pada pra pendinginan menggunakan air pada bagian bawah batang brokoli sebesar 0,08 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,10 mm/g, dan pada pra pendinginan menggunakan air es pada bagian bawah sebesar 0,09 mm/g dan pada bagian atas sebesar 0,09 mm/g.

Aktivitas respirasi dan transpirasi yang tinggi pada brokoli menyebabkan kehilangan air yang cukup banyak sehingga ukuran sel dan tekanan isi sel terhadap dinding sel berkurang yang akhirnya mengakibatkan tekstur menjadi lunak. Penurunan kekerasan selama penyimpanan terjadi karena perombakan komponen penyusun dinding sel sehingga buah semakin lunak.

Pada brokoli yang disimpan pada suhu  $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  brokoli mengalami penurunan nilai kekerasan (semakin tinggi nilai penetrasi mm/g suatu bahan pangan

maka semakin lunak pula bahan pangan tersebut sebaliknya semakin kecil nilai penetrasi mm/g bahan pangan maka semakin keras pula bahan pangan tersebut), hal ini disebabkan oleh brokoli tersebut disimpan dalam *coolbox* dan direndam dalam campuran air dan es.

Tekstur brokoli pada suhu ruang lebih lunak dibandingkan dengan ketiga suhu lainnya. Hal ini disebabkan perubahan tekstur yang terjadi pada brokoli yaitu dari keras menjadi lunak, akibat terjadinya proses kelayuan. Respirasi dan transpirasi juga berperan penting dalam kualitas jaringan tanaman yang dipengaruhi oleh enzim proteolitik. Enzim-enzim proteolitik bisa mengakibatkan perubahan tekstur pada buah sehingga terjadi pelunakan buah (Apandi 1984 dalam Muliaty 2005).

Susanto (1994), mengatakan bahwa baik ukuran maupun bentuk sel mempengaruhi tekstur. Sel-sel kecil dengan ruang antar sel yang kecil pula, membentuk tekstur yang padat dan sel besar dengan ruang antar sel yang berbeda pula membentuk tekstur yang kasar seperti spon. Keterikatan sel satu dengan sel yang lainnya tergantung pada komponen pektin dinding sel. Proses pemasakan akan mengubah komponen pektin yang tidak larut menjadi larut dalam air sehingga sel-sel mudah terpisah sehingga berakibat lunak.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Brokoli yang disimpan pada semua perlakuan mengalami penurunan berat, di mana paling besar pada perlakuan tanpa pra pendinginan dan paling kecil pada pra pendinginan menggunakan air es. Dilihat pada pengaruh suhu penyimpanan maka kehilangan berat terkecil ditemukan pada suhu penyimpanan rendah bahkan pada suhu penyimpanan  $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  tidak mengalami kehilangan berat.

2. Perubahan warna yang digambarkan oleh tingkat kecerahan diawal penyimpanan hampir tidak berbeda pada semua perlakuan pra pendinginan namun diakhir penyimpanan khususnya penyipanan suhu ruang, brokoli yang diperlakukan dengan pra pendinginan menunjukkan keadaan yang lebih cerah di banding tanpa pra pendinginan. Pada penyimpanan suhu rendah  $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  tingkat kecerahan pada semua perlakuan pra pendinginan dapat dikatakan tidak berbeda.
3. Pengaruh perlakuan pra pendinginan tidak menunjukkan perbedaan terhadap kandungan vitamin C, namun waktu penyimpanan menunjukkan makin lama brokoli disimpan kadar vitamin C makin menurun. Demikian pula pengaruh pra pendinginan terhadap tekstur tidak menunjukkan perbedaan yang jelas.
4. Brokoli yang disimpan pada perlakuan pra pendinginan air es pada suhu  $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  memiliki masa simpan yang paling lama dari perlakuan lainnya yaitu 42 hari.

#### Saran

Perlu penelitian lebih lanjut pengaruh penggunaan pembungkus atau kemasan dalam hubungannya dengan perlakuan pra pendinginan dan penyimpanan dingin brokoli

#### DAFTAR PUSTAKA

- Apandi, M. 1984. Teknologi Buah dan Sayur. Penerbit Alumni. Bandung.
- Ashari, S. 2006. Hortikultura Aspek Budidaya. UI Press. Jakarta
- Cahyono, B. 2001. Kubis Bunga Dan Broccoli Teknik Budidaya Dan Analisis Usaha Tani. Kanisus. Yogyakarta
- Edowai, N Desi. 2007. Pengaruh Suhu dan Tingkat Kematangan Terhadap Mutu Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L) Selama Penyimpanan. Fakultas Pertanian UNSRAT, Manado.
- Gardjito, M. dan S,A. Wardana. 2003. Holtikultura Teknik Analisis Pasca Panen. Transmedia Global Wacana. Magelang, Yogyakarta.
- Muchtadi, Deddy. 1992. Fisiologi Pasca Panen Sayuran dan Buah-buahan. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi IPB, Bogor.
- Pantastico EB, Chattopadhyay dan Subramanyam. 1997. Susunan Buah-buahan dan Sayur-sayuran. 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.
- Rokhani H. 1995. Disain Sistem Pengukuran Laju Transpirasi Buahbuahan / Sayuran pada Ruang Atmosfir Terkendali [Laporan Penelitian]. Bogor: Jurusan Mekanisasi Pertanian FATETA Institut Pertanian Bogor.
- Rukmana, R. 1994. Budidaya Kubis Bunga Dan Broccoli. Kanisus. Yogyakarta
- Sudarmadji S, Haryono, & Suhardi. 1997. Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta : Liberty.
- Susanto, T. 1994. Fisiologi dan Teknologi Pasca Penen. Akademika. Yogyakarta
- Utama IM. 2001. Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran Segar. Di dalam : Forum Konsultasi Teknologi Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Bali. Denpasar, 21 Nopember 2001.
- Winarno, F.G. 1993. Fisiologi Lepas Panen. Sastra Hidayah. Jakarta.