

# **Pengaruh Garam, Asam Sitrat dan VCO serta Suhu Penyimpanan terhadap Umur Simpan Brokoli (*Brassica oleracea*, L.)**

**Andy Capricon<sup>1</sup>, Santosa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Limau Manis-Padang 25163*

<sup>2</sup>*Dosen Fakultas Teknologi Pertanian, Kamopus Limau Manis-Padang 25163,*

## **ABSTRAK**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni – Agustus 2013 di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh penggunaan garam, asam sitrat dan VCO serta suhu penyimpanan terhadap umur simpan brokoli (*Brassica oleracea*,L.) dengan aplikasi pengolahan citra digital. Penelitian ini menggunakan larutan garam konsentrasi 3 %, asam sitrat 1 %, VCO dan tanpa menggunakan larutan pengawet pangan (kontrol) dengan suhu penyimpanan 10 °C dan suhu kamar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larutan garam konsentrasi 3 % dengan suhu 10 °C lebih baik digunakan untuk mempertahankan umur simpan brokoli (*Brassica oleracea*,L.) dibandingkan perlakuan lainnya dengan masa simpan hingga 6 hari. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengamatan susut berat, total padatan terlarut, kekerasan, uji organoleptik, suhu dan kelembaban relatif (RH) serta warna pada brokoli.

Kata kunci :Brokoli, garam, asam sitrat, VCO, suhu penyimpanan, umur simpan.

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Brokoli telah lama diketahui sebagai salah satu sayuran yang menyehatkan karena kandungan gizi di dalamnya. Brokoli sampai saat ini masih tergolong sayuran mewah. Jenis sayuran ini masih tergolong mahal sehingga baru dikonsumsi oleh sebagian kecil masyarakat Indonesia. Selain itu jumlah produksi pertahunnya masih sedikit dan hanya di beberapa wilayah tertentu, padahal permintaan pasar terus meningkat karena bertambahnya kesadaran masyarakat untuk mengkonsumsi sayuran ini yang telah diketahui memiliki banyak manfaat bagi kesehatan tubuh.

Kendati kaya manfaat, brokoli memiliki satu kelemahan yaitu mudah rusak. Sayur ini tidak memiliki masa simpan yang cukup panjang. Kuntum bunga akan menguning dalam dua hari. Cara menyimpan brokoli merupakan salah satu masalah tersendiri yang sering

timbul. Amat disayangkan bila sayuran super dan multikhasiat ini rusak sebelum dimakan. Untuk mencegah terjadinya masalah tersebut, penggunaan larutan pengawet diperlukan dalam penyimpanan brokoli.

Tujuan penggunaan bahan tambahan pangan pengawet adalah untuk menghambat pembusukan dan menjamin mutu awal pangan agar tetap terjaga selama mungkin. Penggunaan pengawet dalam produk pangan dalam prakteknya berperan sebagai antimikroba atau antioksidan atau keduanya. Jamur, bakteri dan enzim selain sebagai penyebab pembusukan pangan juga dapat menyebabkan orang menjadi sakit, untuk itu perlu dihambat pertumbuhan maupun aktivitasnya.

Berdasarkan permasalahan yang didapat, maka dalam uji penelitian ini akan digunakan tiga jenis larutan pengawet. Larutan pengawet yang digunakan adalah garam dapur (NaCl) konsentrasi 3%, asam sitrat 1% dan

*Virgin Coconut Oil* (VCO). Larutan tersebut merupakan larutan yang aman digunakan untuk bahan pangan dan sudah pernah digunakan dalam beberapa penelitian untuk berbagai jenis buah ataupun sayuran yang berbeda.

Oleh karena itu, cara dan proses penyimpanan yang baik setelah pascapanen perlu dilakukan. Penyimpanan brokoli dilakukan pada suhu dingin karena dapat memperpanjang umur simpan dan diharapkan dapat menghambat proses respirasi pada brokoli. Laju respirasi yang tinggi biasanya disertai oleh umur simpan yang pendek.

### **Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh penggunaan garam, asam sitrat dan VCO serta suhu penyimpanan terhadap umur simpan brokoli (*Brassica oleracea*, L.) dengan aplikasi pengolahan citra digital.

### **Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang cara penyimpanan yang sesuai untuk penyimpanan brokoli sehingga dapat mempertahankan kualitas dan umur simpan brokoli.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni – Agustus 2013 di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang.

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah brokoli (*Brassica oleracea*, L.) segar, garam, natrium karbonat dan asam chlorida 5 % pada teknis (sebagai bahan campuran pembuatan larutan pengawet 1), aquades, asam sitrat, gula pasir (sebagai bahan campuran pembuatan

larutan pengawet 2) dan *Virgin Coconut Oil* (VCO) atau minyak kelapa murni. Sedangkan alat yang digunakan adalah pisau, *force gauge*, timbangan digital *KERN 440-53N*, *thermometer*, saringan, wadah, *refraktometer*, kamera digital *Sony cyber-shot 12.1 MP* dan lemari pendingin.

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa umur simpan brokoli. Pengamatan yang dilakukan yaitu pengamatan terhadap umur simpan dan mutu brokoli yang diperkirakan dapat bertahan selama 7 hari penyimpanan. Brokoli yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Sungai Pua, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat dengan umur panen 60 – 80 hari dari masa penanaman.

Penelitian ini menggunakan tiga jenis larutan pengawet dan tanpa larutan pengawet (kontrol) dengan faktor suhu menggunakan suhu 10 °C dan suhu kamar. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti, penyimpanan brokoli 10 °C dapat menghasilkan daya simpan mencapai satu minggu terhadap umur simpan brokoli. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan faktorial dengan tiga kali ulangan.

Penelitian ini dimulai dengan membersihkan brokoli dari kotoran yang menempel pada permukaan. Kemudian mempersiapkan 3 jenis larutan pengawet yang akan digunakan. Larutan pengawet 1 terbuat dari campuran garam dapur (NaCl), aquades, natrium karbonat dan HCl 5 % . Untuk menghasilkan larutan garam dengan konsentrasi 3 %, larutan pengawet dibuat dengan perbandingan ¼ kg garam dapur : 6,25 gram NaCO<sub>3</sub> : 1 liter aquades. Setelah semua bahan tercampur, larutan tersebut didiamkan selama satu hari. Keesokan harinya larutan disaring dengan menggunakan alat penyaring untuk memisahkan larutan dengan garam yang mengendap. Ambil larutan yang telah disaring sebanyak 30 ml dengan menggunakan

gelas ukur, tambahkan 1,25 cc HCl 5 % lalu tuangkan larutan tersebut ke dalam 5 liter aquades. Brokoli yang telah dibersihkan direndam ke dalam larutan pengawet selama 60 detik.

Larutan pengawet 2 terbuat dari campuran asam sitrat 1 %, aquades dan gula pasir. Larutan pengawet dibuat dengan perbandingan 1 liter aquades : 40 gram asam sitrat 1 % : gula pasir 40 gram. Perendaman brokoli ke dalam asam sitrat dilakukan selama 30 detik.

Larutan pengawet 3 menggunakan *Virgin Coconut Oil* (VCO) atau minyak kelapa murni. VCO dapat dibuat sendiri atau dibeli. Perendaman brokoli ke dalam VCO dilakukan selama 10 detik.

Setelah brokoli direndam pada masing-masing larutan pengawet yang akan digunakan, kemudian brokoli disimpan di dalam lemari pendingin dengan suhu 10 °C dan di rak penyimpanan pada suhu kamar. Perlakuan lainnya dilakukan tanpa menggunakan larutan pengawet yaitu sebagai kontrol. Penelitian dilakukan dengan tiga kali ulangan. Diagram alir kerja pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1. Kombinasi perlakuan dijelaskan pada Lampiran 2. Adapun pengamatan ini terdiri dari :

### Susut Berat

Perhitungan susut berat dilakukan setiap 6 jam sekali selama penyimpanan dengan menimbang brokoli pada timbangan *digital KERN 440-53N*. Data susut berat diperoleh dari brokoli yang sama. Timbangan *digital* dinyalakan dan dipastikan angka dimulai dari nol, letakkan brokoli di atas timbangan lalu baca angka yang ditunjukkan oleh timbangan. Susut berat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Susut Berat} = \frac{W_o - W_a}{W_o} \times 100\% \dots (2)$$

dengan :

- W<sub>o</sub> = berat awal penyimpanan (g)
- W<sub>a</sub> = berat akhir penyimpanan (g)

### Total Padatan Terlarut

Penentuan total padatan terlarut dalam bahan dapat ditentukan dengan menggunakan alat *refraktometer*. Penentuan padatan dapat dilakukan dengan mengambil cairan dari brokoli dengan cara menumbuknya dan diteteskan di atas kaca *refraktometer*. Baca angka yang tertera pada alat dengan satuan °Brix. Pengukuran TPT dilakukan setiap 6 jam selama penyimpanan. Pengamatan dilakukan setiap hari selama penyimpanan brokoli.

### Kekerasan Bunga Brokoli

Untuk menentukan kekerasan dari brokoli ini, digunakan *digital force gauge*. Proses pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali dengan titik yang berbeda. Kekerasan dinyatakan dalam bentuk gaya tekan yang diberikan saat mengoperasikan alat. Kemudian pada *display* akan tertera nilainya. Pengukuran kekerasan dilakukan setiap 6 jam selama penyimpanan. Angka yang diperoleh dirata-ratakan dalam satuan *Pascal* (Pa). Kekerasan dapat dihitung dengan persamaan:

$$P = \frac{F}{A} \dots (3)$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \dots (4)$$

dengan :

- P = tekanan
- F = gaya tekan yang terbaca pada force gauge (N)
- A = luas penampang penekan (m<sup>2</sup>)
- D = diameter kerucut force gauge (m)

### Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan uji kesukaan (*hedonik*) terhadap warna, aroma, tekstur dengan formulir seperti pada Lampiran 3. Uji organoleptik terdiri dari 10 panelis dan dinilai dengan nilai skala kesukaan dari 1 sampai 4 . Nilai (1) menunjukkan sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) suka, (4) sangat suka. Adapun formulir uji organoleptik dapat dilihat pada Lampiran 3.

### Suhu dan Kelembaban Relatif (RH)

Suhu diukur dengan menggunakan *thermometer*, sedangkan untuk kelembaban diukur dengan menggunakan alat *Hygrometer* dengan tipe *Haar.Synt*. Pengukuran suhu dan kelembaban relatif (RH) dilakukan setiap 6 jam selama penyimpanan. Pengamatan dilakukan setiap hari selama penyimpanan.

### Degradasi Warna

Untuk mengetahui degradasi warna brokoli, pengamatan dilakukan dengan menggunakan kamera digital. Pengambilan gambar dengan kamera digital dikondisikan agar tingkat intensitas cahaya dan *setting* kamera sama pada setiap pengambilan gambar. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan Teknik Pengolahan Citra Digital. Warna yang akan dianalisis adalah RGB (*Red Green Blue*). RGB adalah suatu model warna dasar yang terdiri dari merah, hijau, dan biru, digabungkan dalam membentuk suatu susunan warna yang luas. Setiap warna dasar dapat diberi rentang nilai dengan menggunakan software Teknik Pengolahan Citra Digital. Pengamatan degradasi warna dilakukan setiap hari selama penyimpanan dengan sampel yang sama.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

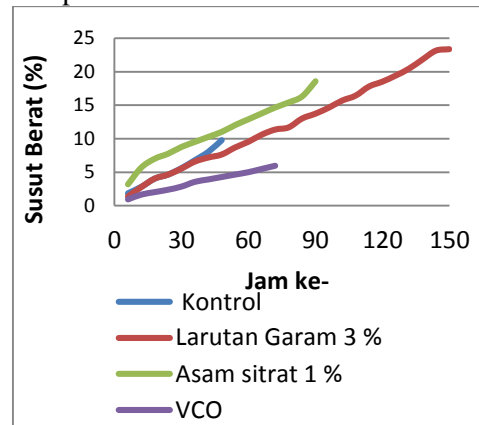
### Susut Berat

Susut berat merupakan salah satu faktor yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi mutu fisik brokoli. Susut berat brokoli berubah bersamaan dengan lamanya waktu penyimpanan. Perubahan susut berat brokoli diukur dengan menggunakan timbangan *digital analitik* selama penyimpanan. Pengukur berat brokoli disajikan pada Gambar 2.

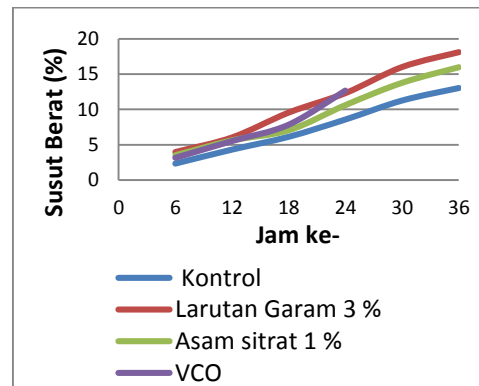


Gambar 2. Pengukuran susut berat brokoli dengan menggunakan timbangan *digital KERN 440-53N*

Grafik susut berat brokoli dengan masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4, sedangkan nilai rata-rata perubahan berat brokoli dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 3. Grafik Susut Berat Brokoli pada Suhu 10 °C



Gambar 4. Grafik Susut Berat Brokoli pada Suhu Kamar

Pada Gambar 3 terlihat bahwa susut berat pada masing-masing perlakuan mengalami peningkatan. Pada jam ke 48 terlihat bahwa brokoli yang mengalami susut berat tertinggi adalah pada kontrol (tanpa larutan pengawet). Hal ini terlihat dari grafik yang menunjukkan bahwa pengamatan paling tercepat yaitu pada kontrol, karena brokoli pada perlakuan ini mengalami susut berat tertinggi pada jam ke 48 dan brokoli tersebut lebih dulu membusuk dibandingkan brokoli dengan perlakuan lainnya. Peningkatan nilai susut berat ini disebabkan karena beberapa faktor diantaranya adalah karena kehilangan air pada bahan serta hilangnya gas CO<sub>2</sub> hasil respirasi (Winarno, 2002). Menurut

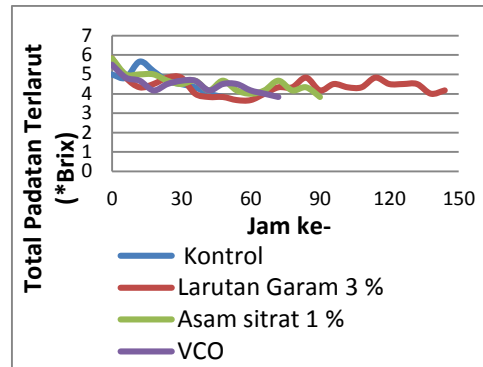
Wills *dalam* Muhdarsyah (2007), pada proses respirasi senyawa kompleks yang biasa terdapat dalam sel seperti karbohidrat akan dipecah menjadi molekul-molekul yang sederhana seperti karbondioksida dan air yang mudah menguap sehingga komoditas akan kehilangan bobotnya.

Sedangkan untuk penyimpanan suhu kamar, brokoli dengan VCO mengalami penurunan yang lebih besar. Brokoli yang telah direndam dengan VCO mengalami peningkatan berat, karena VCO merupakan minyak yang memiliki massa lebih besar dibandingkan dengan larutan pengawet lainnya yang berupa campuran dari aquadesh. Pada proses respirasi, kandungan air dan minyak yang terdapat pada brokoli mengalami penguapan yang menyebabkan brokoli tersebut mengalami susut berat yang tinggi.

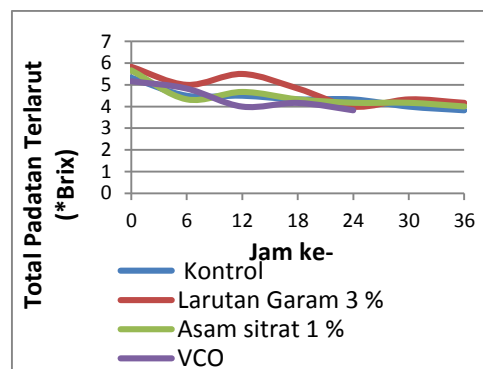
Brokoli dengan VCO ini merupakan brokoli yang lebih cepat mengalami pembusukan pada suhu kamar, hal ini disebabkan karena VCO pada brokoli tersebut bersifat melekat pada brokoli dan tidak mengering sehingga menyebabkan brokoli terlalu basah saat penyimpanan pada suhu kamar. Menurut Meita (2011), kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran dan keawetan bahan makanan tersebut. Sebagian besar dari perubahan-perubahan bahan makanan terjadi dalam media yang ditambahkan atau yang berasal dari bahan makanan itu sendiri.

### Total Padatan Terlarut

Grafik rata-rata pengamatan TPT selama penyimpanan dengan beberapa jenis larutan pengawet pangan dan suhu penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6, sedangkan nilai pengamatan total padatan terlarut dapat dilihat pada Lampiran 5.



Gambar 5. Grafik Pengamatan Nilai Total Padatan Terlarut Brokoli pada Suhu 10 °C



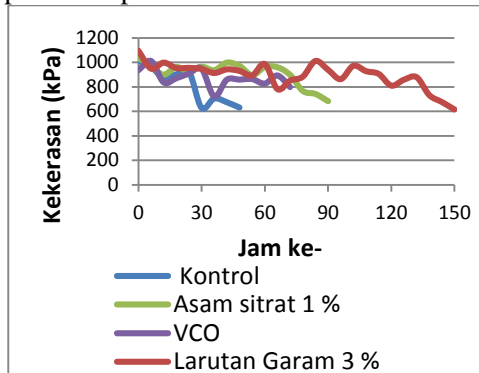
Gambar 6. Grafik Pengamatan Nilai Total Padatan Terlarut Brokoli pada Suhu Kamar

Jenis larutan dan suhu yang dapat mempertahankan umur simpan brokoli dengan rata-rata perubahan nilai total padatan terlarut yang lebih kecil adalah dengan menggunakan VCO pada suhu 10 °C, sedangkan jenis larutan pengawet pangan dan suhu penyimpanan dengan rata-rata perubahan nilai TPT yang relatif besar adalah dengan menggunakan garam konsentrasi 3% dengan suhu 10 °C.

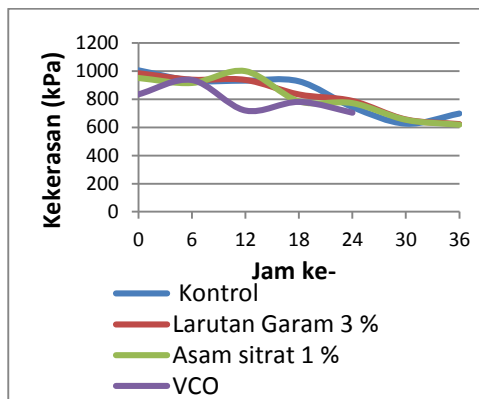
Perbedaan nilai TPT terjadi karena bahan yang digunakan untuk setiap pengamatan ini tidak berasal dari brokoli yang sama maka jumlah TPT yang dikandungpun akan berbeda-beda sehingga mempengaruhi nilai TPT yang diukur dan tidak memperlihatkan penurunan atau peningkatan yang stabil selama penyimpanan.

## Kekerasan

Pengukuran nilai kekerasan brokoli dapat dilakukan dengan menggunakan alat *digital force gauge*. Grafik rata-rata perubahan kekerasan brokoli selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8. Nilai pengamatan kekerasan dapat dilihat pada Lampiran 6.



Gambar 7. Grafik Pengamatan Kekerasan Brokoli pada Suhu 10 °C



Gambar 8. Grafik Pengamatan Kekerasan Brokoli pada Suhu Kamar

Pada Gambar 7 terlihat bahwa nilai kekerasan pada brokoli cenderung mengalami penurunan. Pada jam ke 48, brokoli tanpa larutan pengawet (kontrol) merupakan perlakuan yang mengalami proses berkurangnya kekerasan lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini terlihat dari terhentinya pengamatan pada jam ke 48 karena brokoli tersebut sudah mengalami pembusukan. Proses pembusukan ini terlihat dari melunaknya brokoli. Sedangkan larutan garam konsentrasi 3% merupakan larutan pengawet yang dapat mempertahankan umur simpan

brokoli yang lebih tinggi dibandingkan jenis larutan pengawet lainnya.

Pada Gambar 8, pengambilan data pada brokoli dengan VCO terhenti pada jam ke 24 meskipun brokoli pada perlakuan ini bukan merupakan perlakuan yang memiliki penurunan kekerasan yang paling besar. Hal ini dikarenakan brokoli dengan perlakuan ini lebih dulu membusuk. Pada proses penyimpanan pada suhu kamar, brokoli tanpa larutan pengawet (kontrol) juga merupakan perlakuan yang tidak dapat mempertahankan kekerasan brokoli dengan baik. Hal ini terlihat dari berkurangnya kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kekerasan sayur-sayuran dipengaruhi oleh turgor dari sel-sel yang masih hidup. Turgor adalah tekanan dari isi sel terhadap dinding sel. Dinding sel tersebut mempunyai sifat plastis. Oleh karena itu turgor berpengaruh terhadap kekerasan (keteguhan) sel-sel parenkima, dan dengan demikian juga berpengaruh terhadap tekstur bahan (Muchtadi dan Sugiyono, 1992).

## Uji Organoleptik

Uji Organoleptik yang dilakukan pada penilaian 5 panelis dengan pengambilan sampel pada seluruh perlakuan. Dalam uji ini panelis diminta mengungkapkan tanggapan pribadinya tentang tingkat kesukaan terhadap brokoli selama penyimpanan. Pengujian organoleptik dilakukan terhadap nilai warna, aroma dan rasa dari brokoli dengan menggunakan symbol angka yaitu 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (suka) dan 4 (sangat suka). Rata-rata penilaian panelis dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan nilai pengamatan uji organoleptik dapat dilihat pada Lampiran 15.

Tabel 2. Rata-Rata Penilaian Panelis terhadap Brokoli

Perlakuan	Warna	Aroma	Rasa
Kontrol suhu 10 °C	Suka	Suka	Tidak Suka
Garam konsentrasi 3 % suhu 10 °C	Suka	Suka	Suka
Asam sitrat 1 % suhu 10 °C	Suka	Suka	Tidak Suka
VCO suhu 10 °C	Tidak Suka	Suka	Tidak Suka
Kontrol suhu kamar	Suka	Suka	Tidak Suka
Garam konsentrasi 3 % suhu kamar	Suka	Suka	Suka
Asam sitrat 1 % suhu kamar	Suka	Suka	Suka
VCO suhu kamar	Tidak Suka	Tidak Suka	Tidak Suka

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa panelis menyukai warna, aroma dan rasa untuk brokoli dengan perlakuan garam konsentrasi 3 % pada suhu 10 °C, garam konsentrasi 3 % pada suhu kamar dan asam sitrat 1 % suhu kamar. Perlakuan terbaik pada uji organoleptik ini adalah brokoli dengan garam konsentrasi 3 % pada suhu 10 °C. Brokoli dengan perlakuan ini memiliki masa simpan hingga 6 hari. Sedangkan brokoli yang memiliki nilai paling rendah adalah brokoli dengan VCO pada suhu kamar. Para panelis memiliki penilaian “tidak suka” terhadap brokoli dengan perlakuan ini. Hal ini disebabkan brokoli tersebut cepat mengalami perubahan pada warna, aroma maupun rasa ditambah lagi dengan munculnya jamur sehingga penyimpanan brokoli hanya bisa dilakukan selama satu hari. Penetapan batas penolakan konsumen ini ditentukan berdasarkan nilai rata-rata penilaian semua panelis dengan taraf kepercayaan 95% (Wagiyono, 2003).

### Suhu dan Kelembaban Relatif (RH)

Suhu dan RH sangat erat hubungannya, karena jika RH berubah maka suhu juga akan berubah. RH berbanding terbalik dengan suhu. Semakin tinggi suhu udara, maka RH akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan dengan tingginya suhu udara akan terjadi presipitasi (pengembunan) molekul air yang dikandung udara sehingga muatan air dalam udara menurun.

Pengukuran terhadap suhu dan kelembaban relatif ruang penyimpanan selama pengamatan diukur dengan menggunakan alat *Hygrometer* dengan tipe *Haar.Synt*. Pengamatan suhu dan RH dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengamatan Suhu dan RH Ruang Penyimpanan

Jam ke	Suhu Kamar	Suhu Lemari Pendingin	RH Kamar	RH Lemari Pendingin
0	24	15	69	73
6	25	12	70	68
12	25	18	66	90
18	24	18	73	92
24	24	15	67	94
30	24	14	69	90
36	26	12	69	83
42	21	12	72	83
48	24	10	80	70
54	24	12	69	87
60	21	10	72	82
66	21	10	76	80
72	25	10	76	79
78	25	12	75	82
84	26	10	78	74
90	25	10	80	74
96	24	12	76	80
102	26	10	76	59
108	26	10	73	62
114	25	10	76	55
120	25	10	76	54
126	29	10	75	53
132	25	10	76	53
138	26	10	80	52
144	25	10	77	53
150	24	10	77	49

Suhu penyimpanan akan sangat mempengaruhi mutu brokoli yang disimpan. Suhu yang cukup tinggi dapat memacu pembusukan brokoli, begitu pula dengan RH ruang penyimpanan. RH yang tinggi berarti kadar air ruang tersebut juga tinggi dimana dalam proses pembusukan brokoli dibutuhkan air.

### Degradasi Warna

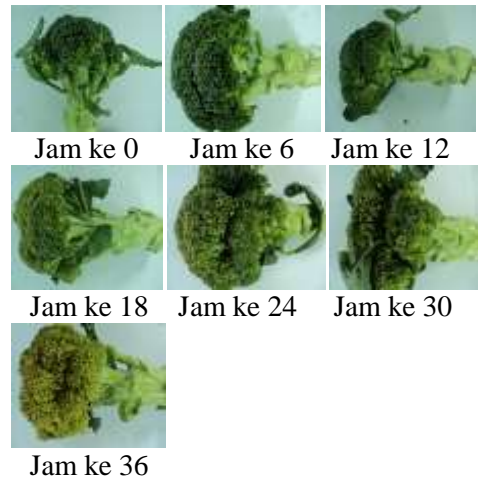
Gambar brokoli selama penyimpanan tanpa larutan pengawet pangan (kontrol) suhu 10 °C dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Brokoli Selama Penyimpanan Tanpa Larutan Pengawet Pangan (Kontrol) pada Suhu 10 °C

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa brokoli dengan penyimpanan tanpa larutan pengawet pangan (kontrol) pada suhu 10 °C mengalami perubahan warna selama penyimpanan. Pada perlakuan ini brokoli dapat bertahan hingga hari ke 2 penyimpanan. Brokoli mulai terlihat sedikit mengalami penguningan pada jam ke 42 yang menandakan brokoli sedang mengalami proses pembusukan. Pada jam ke 48, brokoli telah mengalami pembusukan dengan ditandai penguningan hampir pada keseluruhan bunga brokoli.

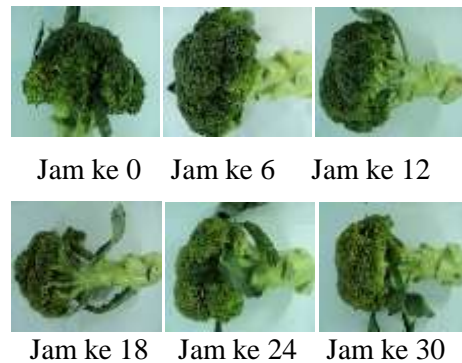
Gambar brokoli selama penyimpanan tanpa larutan pengawet pangan (kontrol) suhu kamar dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Brokoli Selama Penyimpanan Tanpa Larutan Pengawet Pangan (Kontrol) pada Suhu Kamar

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa brokoli dengan penyimpanan tanpa larutan pengawet pangan (kontrol) pada suhu kamar mengalami perubahan warna selama penyimpanan. Pada perlakuan ini brokoli dapat bertahan hingga hari ke 2 penyimpanan. Brokoli terlihat telah mengalami pembusukan pada jam ke 36. Hal ini ditandai dengan terjadinya penguningan hampir pada keseluruhan bunga brokoli.

Gambar Brokoli Selama Penyimpanan Larutan Garam Konsentrasi 3% suhu 10 °C dapat dilihat pada Lampiran 19. Gambar brokoli selama penyimpanan larutan garam konsentrasi 3% suhu kamar dapat dilihat pada Gambar 11.







Jam ke 36

Gambar 11. Brokoli Selama Penyimpanan Larutan Garam Konsentrasi 3% pada Suhu Kamar

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa brokoli dengan penyimpanan larutan garam konsentrasi 3 % pada suhu kamar mengalami perubahan warna selama penyimpanan. Pada perlakuan ini brokoli dapat bertahan hingga hari ke 2 penyimpanan. Brokoli terlihat telah mengalami pembusukan pada jam ke 36. Hal ini ditandai dengan terjadinya penguningan hampir pada keseluruhan bunga brokoli.

Gambar Brokoli Selama Penyimpanan Larutan Asam Sitrat 1% suhu 10 °C dapat dilihat pada Lampiran 20. Gambar brokoli selama penyimpanan larutan asam sitrat 1% suhu kamar dapat dilihat pada Gambar 12.



Jam ke 0 Jam ke 6 Jam ke 12



Jam ke 18 Jam ke 24 Jam ke 30



Jam ke 36

Gambar 12. Brokoli Selama Penyimpanan Larutan Asam Sitrat 1% pada Suhu Kamar

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa brokoli dengan penyimpanan larutan 1 % sitrat pada suhu kamar mengalami perubahan warna selama

penyimpanan. Pada perlakuan ini brokoli dapat bertahan hingga hari ke 2 penyimpanan. Brokoli terlihat telah mengalami pembusukan pada jam ke 36. Proses pembusukan ditandai oleh beberapa faktor, diantaranya terjadi penguningan warna brokoli hampir pada keseluruhan bunga brokoli.

Gambar Brokoli Selama Penyimpanan larutan VCO suhu 10 °C dapat dilihat pada Lampiran 21. Gambar brokoli selama penyimpanan larutan minyak kelapa murni suhu kamar dapat dilihat pada Gambar 13



Jam ke 0 Jam ke 6 Jam ke 12



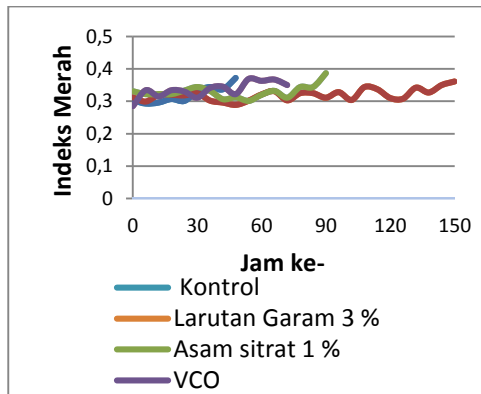
Jam ke 18 Jam ke 24

Gambar 13. Brokoli Selama Penyimpanan larutan VCO pada suhu Kamar

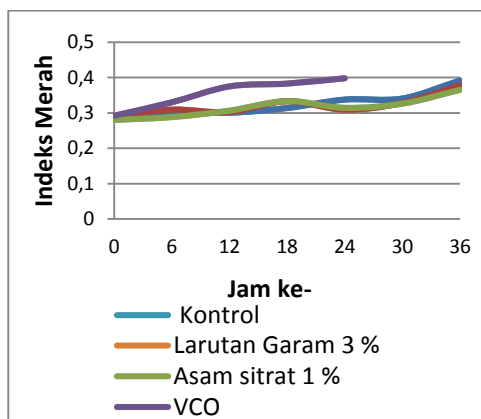
Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa brokoli dengan penyimpanan VCO pada suhu kamar mengalami perubahan warna selama penyimpanan. Brokoli dengan perlakuan ini merupakan brokoli dengan masa simpan terendah, yaitu hanya selama satu hari penyimpanan. Proses pembusukan ditandai oleh beberapa faktor, diantaranya perubahan warna yang terjadi pada brokoli selama penyimpanan. Pada jam ke 24, brokoli telah mengalami perubahan warna menjadi kecokelatan. Proses perubahan warna yang cepat ini dapat disebabkan oleh jenis larutan pengawet yang digunakan maupun suhu penyimpanan brokoli tersebut.

Warna sayur dapat dijadikan sebagai indikator untuk mengetahui tingkat kematangan dari brokoli. Lamanya penyimpanan menyebabkan brokoli mengalami perubahan warna. Pengamatan warna yang diamati adalah

tampilan luar brokoli dengan menggunakan *camera digital*, lalu dilakukan pengolahan data warna dengan menggunakan *software citra digital*. Dalam pengolahan gambar, data yang diamati adalah indeks merah, indeks hijau dan indeks biru (RGB). Perubahan warna brokoli dapat dilihat pada Gambar 14 sampai dengan Gambar 19. Data pengamatan yang selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 16 sampai dengan Lampiran 18.



Gambar 14. Indeks Merah Brokoli pada Suhu 10 °C

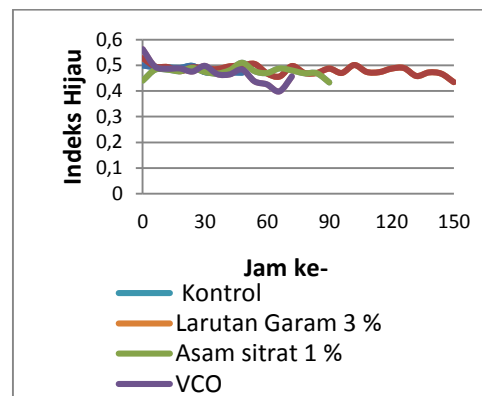


Gambar 15. Indeks Merah Brokoli pada Suhu Kamar

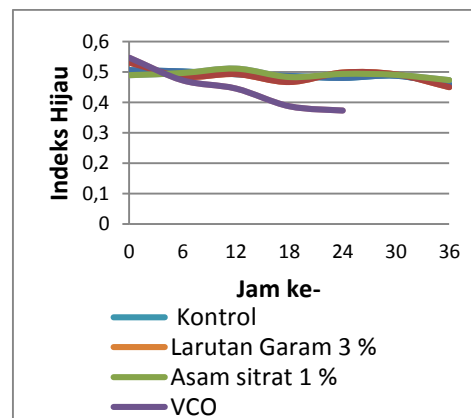
Dari Gambar 14 dapat dilihat bahwa indeks merah pada brokoli pada berbagai tingkat suhu mengalami perbedaan. Perlakuan terbaik terhadap penyimpanan brokoli pada suhu 10 °C yaitu larutan pengawet garam konsentrasi 3 %. Pada perlakuan ini daya simpan brokoli lebih lama

dibandingkan jenis larutan pengawet lainnya. Indeks merah pada suhu 10 °C dengan perlakuan larutan pengawet garam konsentrasi 3 % mengalami kenaikan pada jam ke 108, disebabkan karena brokoli pada pengamatan ini mulai menunjukkan perubahan warna yang menandakan terjadinya proses penuaan dengan ditandai dengan warna bercak kuning pada bunga brokoli.

Pada Gambar 15 dapat dilihat bahwa ada tiga perlakuan yang masa simpannya sama. Perlakuan terbaik terdapat pada larutan pengawet asam sitrat 1 %, karena nilai indeks merah brokoli pada perlakuan ini lebih rendah dan larutan ini mengalami perubahan warna yang lebih lambat dibandingkan dengan larutan pengawet lainnya.



Gambar 16. Indeks Hijau Brokoli pada Suhu 10 °C

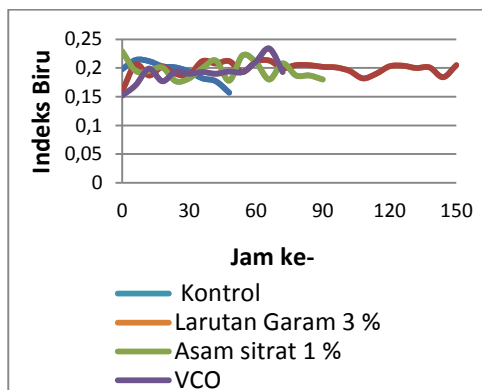


Gambar 17. Indeks Hijau Brokoli pada Suhu Kamar

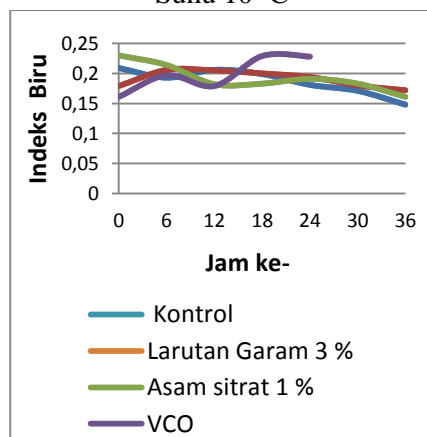
Dari Gambar 16 dapat dilihat bahwa brokoli dengan larutan pengawet garam konsentrasi 3 % pada suhu 10 °C

mengalami penurunan lebih lambat dibandingkan dengan larutan pengawet lainnya, disebabkan karena warna hijau pada bunga brokoli bertahan lebih lama. Nilai indeks hijau mengalami penurunan yang tinggi mulai terlihat pada jam ke 132, penyebabnya karena warna kuning sudah mendominasi pada bunga brokoli yang menandakan proses pembusukan telah terjadi.

Pada Gambar 17 dapat dilihat bahwa ada tiga perlakuan yang masa simpannya sama. Perlakuan terbaik terdapat pada larutan pengawet asam sitrat 1 %, karena pada perlakuan ini perubahan warna hijau lebih lambat. Penurunan indeks hijau ditandai dengan mendominasinya warna kuning pada bunga brokoli.



Gambar 18. Indeks Biru Brokoli pada Suhu 10 °C



Gambar 19. Indeks Biru Brokoli pada Suhu Kamar

Pada Gambar 18 dapat dilihat bahwa larutan garam konsentrasi 3 % merupakan perlakuan paling lama dalam

proses pengamatan, karena pada perlakuan ini masa simpan brokoli lebih lama. Indeks biru pada brokoli dengan larutan garam konsentrasi 3 % cenderung meningkat hingga jam ke 138. Penurunan indeks biru terjadi pada jam ke 144, hal ini menandakan bahwa brokoli sedang mengalami proses pembusukan dengan mulai terlihatnya warna cokelat pada bunga brokoli.

Pada Gambar 19 terlihat ada tiga perlakuan yang mengalami pembusukan yang sama, yaitu pada jam ke 36. Tiga perlakuan ini cenderung mengalami penurunan indeks biru. Penurunan indeks biru yang lebih sedikit terlihat pada larutan garam konsentrasi 3%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa masa simpan brokoli mencapai 6 hari dengan menggunakan larutan pengawet garam konsentrasi 3 % pada suhu 10 ° C. Brokoli dengan perlakuan ini dapat menunda proses pembusukan yang lebih lama dibandingkan tujuh perlakuan lainnya.

### Saran

Untuk memperpanjang umur simpan brokoli, maka disarankan brokoli disimpan pada suhu 10 ° C dengan penambahan larutan garam dapur (NaCl) berkonsentrasi 3 %.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. Pengawetan Pangan dengan Penggaraman.

(<http://www.smallcrab.com/>

*Com/ Makanan-dan-gizi/869-pengawetan-pangan-dengan-penggaraman*)

(09 Desember 2012).

Achmad. Pengolahan Citra Digital.

(<http://achmad.blog.undip.ac.id/kuliah/pcd/>) ( 20 Januari 2013).

- Ahira, Anne. Mengenal Asam Sitrat Dalam Dunia Industri. (<http://www.anneahira.com/asam-sitrat.htm>) ( 9 Desember 2012).
- Ashari S. 1995. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Jakarta : UI Press.
- Danis Bagus Prasetyo. 2012. Teknologi Pengolahan Citra Digital untuk Identifikasi Mutu Fisik Produk Tanaman Perkebunan. (<http://tugasdenny.wordpress.com/2012/03/05/teknologi-pengolahan-citra-digital/>) (23 Januari 2013).
- Elisa Julianti. Penyimpanan Produk Hortikultura Pada Suhu Rendah. (<http://teknologipanganelisajulianti.blogspot.com/>) (30 April 2013).
- Firdaus, Muhammad. 2011. Laporan Swakarya Tanaman Brokoli. (<http://www.muhamadfirdaus.com.blogspot.com/2011/04/laporan-swakarya-tanbrokoli.html>) (9 Desember 2012).
- Hendro Sunarjono. 1984. Kunci Bercocok Tanam Sayuran Penting di Indonesia. Penerbit Sinar Baru. Bandung.
- Informasitips.com. Kandungan Gizi dan Khasiat Sayuran Brokoli (<http://informasi.comkandungan-gizi-dan-khasiat-sayuranbrokoli>) (09 Desember 2012).
- Lintang Kerti. Tips Memilih, Menyimpan dan Memasak Brokoli. (<http://lintangkerti.blogspot.com/2012/04/tips-memilih-menyimpan-dan-memasak.html>) (30 April 2013).
- Meita Cho. Laporan Air. (<http://meitaisme.wordpress.com/tuu-gaasss/kimia-pangan/laporan-air/>) (30 Juli 2013).
- Muchtadi, D. dan T.R. Sugiono 1989. Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. IPB. Bogor.
- Muhdarsyah. 2007. Kajian Penyimpanan Rajangan Wartel Segar Terolah Minimal dalam Kemasan Atmosfer Termodifikasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Mustika, Astri. 2012. Aplikasi Pengolahan Citra Digital untuk Mempelajari Pengaruh Penggaraman terhadap Umur Simpan Selada (*Lactuca sativa*, L.) pada Beberapa Tingkatan Suhu Penyimpanan. Universitas Andalas. Padang.
- Novita, Nova. 2011. Pedugaan Mutu Fisik Biji Jagung dengan Menggunakan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan. Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Andalas. Padang.
- Nunik Siti Aminah dan Supraptini. 2010. Minyak Kelapa Berpotensi ebagai Pengawet Buah dan Sayuran. Pusat Penelitian dan Pengembangan Ekologi dan Status Kesehatan. Jakarta.
- Nurhayati Safaryani, Sri Haryanti, Endah Dwi Hastuti. 2007. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Penurunan Kadar Vitamin C Brokoli (*Brassica oleracea* L). Buletin Anatomi dan Fisiologi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pantastico, E.B. 1997. *Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Subtropika diterjemahkan oleh*

- Kamariyani. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Rahmat Rukmana. 1995. Kubis Bunga dan Brokoli. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Ratnasari, Dyah. Asam Sitrat sebagai Pengawet Makanan yang Aman. (<http://dyah-ratnasari36.blogspot.com/2012/04/asam-sitrat-sebagai-pengawet-makanan.html>) (20 Februari 2013).
- Satuhu, Suyanti. 1993. Penanganan dan Pengolahan Buah. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Setiawan, Agung. Zat Pengawet Makanan yang Aman. (<http://gunxgunx.blogspot.com/2012/04/zat-pengawet-makanan-yang-aman.html>) (20 Januari 2012).
- Sinly Evan Putra. Kelapa Sebagai Bioindustri Potensial Indonesia. ([http://www.chem-is-try.org/artikel\\_kimia/kimia\\_pangan/kelapa-sebagai-bioindustri-potensial-indonesia/](http://www.chem-is-try.org/artikel_kimia/kimia_pangan/kelapa-sebagai-bioindustri-potensial-indonesia/)) (9 Desember 2012).
- Suismono, Sudaryono dan Banda S. Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat Terhadap Mutu Saos Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) Selama Penyimpanan. (<http://www.infolitbang.ristek.go.id/index.php?l=id&go=d&i=23680>) (9 Desember 2012).
- Wawan Agustina. Teknologi Pengemasan, Desain dan Pelabelan Kemasan Produk Makanan. (<http://wanwa03.wordpress.com/2011/07/07/teknologi-pengemasan-desain-dan-pelabelan-kemasan-produk-makanan/>) (30 April 2013).
- Wagiyono. 2003. *Menguji Kesukaan secara Organoleptik*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Winarno FG. 2002. *Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultura*. M-Brio Press. Bogor
- Winarno, F.G, dan Moehammad Aman. 1981. *Fisiologi Pasca Panen*. Sastra Hudaya, Bogor.
- Wordpress.com. Budidaya Brokoli. (<http://bppklangsalama.wordpress.com/2012/02/07/budidaya-brokoli/>) (20 Januari 2012).
- Wordpress.com. Penggunaan Bahan Pengawet. (<http://muzhoffarbusyro.wordpress.com/teknologi-industri-pangan/laporanpraktikummikrobiologi-pangan-i/laporan-praktikum-teknologi-pengolahan-pangan/laporan-9-penggunaan-bahan-pengawet/>) (20 Januari 2012).
- Yuni Wijayanti. Pengemasan Makanan. (<http://kawairisu.blogspot.com/2012/09/pengemasan-makanan.html>) (30 April 2013).