

SIFAT FISIK DAN KIMIA BUAH MANGGA (*Mangifera indica* L.) SELAMA PENYIMPANAN DENGAN BERBAGAI METODE PENGEMASAN

[Physical and Chemical Characteristics of Mangoes (*Mangifera indica* L.)
during Storage with Various Methods of Packaging]

Merynda Indriyani Syafutri¹⁾, Filli Pratama¹⁾, dan Daniel Saputra¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Palembang

Diterima 5 Maret 2006 / Disetujui 20 Juni 2006

ABSTRACT

The research was aimed to determine the physical and chemical characteristics of mangos in various packing methods during storage. Factorial Completely Randomized Design with four treatments and three replications were used in this research. The treatments were individually and collectively packed mangos which were stored at 10 and 20°C. The physical and chemical changes of mangos in the flexible packaging (individual and collective) were slower than mangos without packaging. Collectively packed mango was stored with the storage temperature of 10°C was found to have longer shelf life than that of other treatments. On day 25, the collectively packed mango had weight loss of 1,464%, 0,316 Kg; hardness, 11,4% total sugars, 0,44% total acids, and 229,44 mg/100g vitamin C. Further duo-trio test indicated that panelists could detect the differences of the taste between packed and freshly harvested mangos. The hedonic test showed that most panelists preferred the taste of mangos that were collectively packed and stored at 10°C (on day 10).

Key words: Mangos, method, packaging, storage

PENDAHULUAN

Mangga (*Mangifera indica* Linn.) termasuk salah satu jenis buah tropis yang bersifat musiman. Menurut Djubaedah dan Nurlaelyah (1986), mangga termasuk ke dalam suku *Anacardiaceae*. Tanaman ini berbentuk pohon, tingginya dapat mencapai 10 sampai 40 meter. Banyak jenis kultivar yang telah dibudidayakan, dan salah satu kultivar yang disukai oleh masyarakat adalah mangga Arumanis. Winarno (1993) menyatakan bahwa mangga Arumanis merupakan salah satu kultivar terbaik di Indonesia yang banyak dikonsumsi dalam bentuk segar.

Mangga tidak tahan lama untuk disimpan pada kondisi suhu kamar. Buah mangga yang telah matang hanya tahan 2 sampai 3 hari pada kondisi suhu kamar (Winarno, 1993). Mutu buah dapat dipertahankan bila dipanen pada saat yang tepat dan juga penanganan pascapanen yang baik. Buah yang dikemas dengan cara yang baik dan disimpan pada suhu penyimpanan yang sesuai dapat memperpanjang umur simpan buah tersebut.

Metode pengemasan yang biasa diterapkan pada buah-buahan adalah pengemasan secara individu dan kolektif. Pengemasan secara individu dilakukan sebagai upaya untuk menanggulangi perilaku atau kebiasaan konsumen yang suka "mencium" dan "menekan" buah mangga ketika hendak membeli, sehingga menimbulkan kesan yang tidak higienis. Menurut Kawada dan Albrigo (1979), pengemasan

secara individual dapat mengurangi kehilangan kelembaban, menurunkan perubahan warna kulit dan mengurangi penyakit pada tangkai buah. Sedangkan pengemasan secara kolektif bertujuan untuk mempermudah konsumen dalam membeli buah mangga, karena di dalam kemasan sudah terisi buah-buahan dengan jumlah yang diinginkan konsumen (khususnya konsumen di Indonesia).

Buah mangga yang telah dikemas dapat disimpan pada suhu 10°C (Pantastico, 1993). Suhu pematangan yang juga baik untuk buah mangga adalah 21 sampai 24°C (Nakasone dan Paull, 1998). Suhu penyimpanan tersebut merupakan suhu yang biasa digunakan untuk menyimpan buah dan sayuran di supermarket, dimana suhu 10°C adalah suhu penyimpanan di lemari es dan suhu 21 sampai 24°C adalah suhu penyimpanan di ruangan AC.

Saat ini telah dikembangkan suatu teknik penyimpanan dengan penggunaan atmosfer termodifikasi (*modified atmosphere*). Penggunaan atmosfer termodifikasi (secara aktif) pada beberapa jenis kemasan plastik fleksibel tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan teknik penyimpanan tanpa pengisian gas (tanpa modifikasi atmosfer secara aktif) terhadap sifat fisik dan kimia buah mangga (Lidiasari, 2002).

Salah satu upaya untuk memecahkan permasalahan tersebut, PT. Interkemas Flexipack mengembangkan suatu jenis kemasan plastik fleksibel tanpa modifikasi atmosfer secara aktif. Maksudnya tidak

ada pengaturan komposisi udara (pengurangan O₂ dan peningkatan jumlah CO₂ dan N₂) dalam kemasan plastik. Dimana kemasan ini mempunyai saluran udara (*air channel*) pada sisi-sisinya sehingga pertukaran gas O₂ dan CO₂ di dalam kemasan lebih merata dan keadaan lingkungan dalam kemasan dapat dikendalikan, serta akhirnya dapat menjaga kesegaran dan memperpanjang masa simpan buah yang berada di dalamnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat fisik dan kimia buah mangga dalam kemasan serta untuk menentukan metode pengemasan yang baik bagi buah mangga selama penyimpanan sehingga kesegaran buah mangga yang disimpan masih dapat dipertahankan.

METODOLOGI

Tempat dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agroindustri Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya Palembang.

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : buah mangga Arumanis, *aquadest*, indikator *phenolphthalein* (PP), larutan NaOH 0,1N, larutan iodin 0,01 N dan amilum.

Alat-alat yang digunakan adalah ruang penyimpanan dengan suhu $\pm 10^{\circ}\text{C}$ dan suhu 20°C , plastik fleksibel yang terbuat dari campuran antara polipropilen, polietilen dan LLDPE (OPP- 18/PE-22/LLDPE-DU AS 40) yang berukuran 310 x 400 mm untuk kemasan kolektif dan 78 x 100 mm untuk kemasan individu diperoleh dari PT. Interkemas Flexipack, Jakarta) yang diberi lubang dengan menggunakan jarum dengan diameter 0,5 mm (8 lubang untuk pengemasan secara individu dan 32 lubang untuk pengemasan secara kolektif), *color checker* (NR – 1 seri no 010131 buatan in Nippon Denshoku, Japan), gelas ukur, pipet tetes, labu ukur, timbangan digital (Denver Instrument XL – 610 seri no N 0097947), buret, statif dan klem, *fruit hardness tester, refractometer* (Atago DB x – 55 x, seri no 010603 made in Japan), labu Erlenmeyer dan gelas Beaker.

Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial dan terdiri dari 2 faktor perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Dua faktor perlakuan tersebut adalah :

1. Suhu Penyimpanan (A)
 - A1 = suhu penyimpanan $\pm 10^{\circ}\text{C}$
 - A2 = suhu penyimpanan $\pm 20^{\circ}\text{C}$
2. Metode Pengemasan (B)
 - B1 = dikemas secara individu
 - B2 = dikemas secara kolektif (4 mangga)

Cara kerja

Cara kerja dari penelitian ini adalah sebagai berikut: buah mangga dipilih yang tidak cacat, baik, dan dengan ukuran serta kematangan yang seragam (buah mangga yang tua). Buah mangga yang telah disortir tersebut, dikemas didalam plastik PP (polipropilen) baik secara individu maupun secara kolektif. Buah mangga yang telah dikemas, disimpan pada ruang penyimpanan dengan suhu 10°C dan suhu 20°C .

Buah mangga yang tidak dikemas juga disimpan pada ruang penyimpanan dengan suhu 10, 20 dan 35°C sebagai kontrol. Kemudian dilakukan pengamatan pada warna, kekerasan, susut bobot, kadar asam total, kadar vitamin C dan kadar gula setiap hari pengamatan yaitu 0, 5, 10, 15, 20 dan 25 hari penyimpanan atau mendekati busuk.

Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi :

Susut bobot

Susut bobot ditentukan dengan cara menimbang sampel pada saat pengambilan sampel pada waktu simpan tertentu. Caranya adalah: buah mangga yang belum diberi perlakuan ditimbang berat awalnya, kemudian buah diberi perlakuan berdasarkan penyimpanan dan ditimbang berat akhirnya. Persentase susut bobot dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Dimana :

- A = berat bahan awal penyimpanan (g)
- B = berat bahan pada saat pengambilan setelah waktu simpan (g)

Kekerasan

AOAC (1984) menyatakan bahwa pengujian kelunakan buah mangga menggunakan alat *fruit hardness tester*. Alat tersebut diletakkan secara vertikal tepat di atas bagian pangkal, tengah dan ujung buah yang kemudian ditekan hingga mengenai permukaan kulit buah sampai tanda batas. Perubahan skala jarum setelah mengenai permukaan kulit dicatat dalam satuan kg.

Warna kulit

Perubahan warna kulit buah mangga Arumanis pada bagian pangkal, tengah dan ujung, selama penyimpanan diukur dengan menggunakan alat yang disebut *color checker*. Kulit buah yang akan diukur ditempelkan di bawah alat tersebut sehingga sinar pada alat tersebut dapat menangkap warna pada buah mangga. Nilai warna dapat dilihat pada alat secara digital yaitu berupa *Lighness, Chroma* dan *Hue* (L,C,H).

Kadar asam total (KAT)

Askar dan Treptow (1993), menyatakan bahwa penentuan kadar asam total dapat dilakukan dengan menggunakan titrasi NaOH, dengan cara sebagai berikut: diambil 10 gram daging buah mangga lalu dihaluskan, lalu dimasukkan dalam labu ukur serta ditambahkan *aquadest* ke dalamnya hingga 250 ml. Kemudian diambil 25 ml dan diberi indikator *phenolphthalein* untuk dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai berwarna merah muda. KAT dihitung dengan rumus :

$$a = \frac{bcde}{f} \times 100\%$$

Dimana :

- a = % keasaman
- b = volume titrasi (ml)
- c = normalitas NaOH
- d = volume yang dipakai (ml)
- e = ekivalen dari asam (dianggap sebagai asam sitrat) = 0,064
- f = berat sampel yang dipakai (g)

Kadar gula total

Kadar gula diukur dengan alat yang disebut *refractometer*. Pengukurannya dengan cara meletakkan cairan buah di atas lensa *refractometer*, angka gula total dapat dilihat secara digital.

Kadar vitamin C

Penentuan kadar vitamin C dilakukan dengan metode titrimetri yang menggunakan larutan iodin sebagai peniter (Sudarmadji et al., 1996) dengan cara sebagai berikut: diambil 10 gram daging buah mangga lalu dihancurkan. Kemudian dimasukkan 10 gram sampel yang telah hancur ke dalam labu ukur dan ditambah *aquadest* hingga 250 ml. Diambil 25 ml hasil saringan dan ditambah amilum 2 tetes untuk dititrasi dengan iodin 0,01 N sampai berwarna biru. Kadar vitamin C dihitung dengan menggunakan standarisasi larutan iodin, yaitu :

$$1 \text{ ml iodium} = 0,88 \text{ mg vitamin C}$$

Uji organoleptik

Pengujian organoleptik pada penelitian ini meliputi uji kesukaan (hedonik) yang dihitung secara statistik non parametrik model *Friedmen-Conover*, dan uji duo trio, terhadap rasa buah mangga.

Penilaian pada uji duo trio dilakukan dengan tujuan untuk melihat adanya perbedaan (pada penelitian ini adalah rasa buah mangga) antara contoh sampel yang akan diuji dengan sampel standar. Pada penelitian ini disajikan 3 sampel buah mangga yang terdiri dari 2 sampel buah mangga segar dan 1 sampel buah mangga yang diberi perlakuan (individu dan kolektif ; 10°C dan 20°C). Dimana 1 dari 2 sampel buah mangga segar yang disajikan merupakan standar (contoh baku) dan telah dikenali terlebih dahulu oleh panelis (Soekarto,

1985). Dalam uji duo trio ini panelis diminta untuk memilih 1 dari 2 sampel buah mangga (yang belum dikenali) yang memiliki rasa yang sama dengan sampel standar (contoh baku).

Data hasil pengujian oraganoleptik untuk uji hedonik diterakan pada kertas kerja yang berisi penilaian berdasarkan tingkat kesukaan terhadap rasa dari buah mangga. Data tersebut dihitung secara statistik. Statistik yang digunakan adalah non parametrik model *Friedman-Conover*.

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah dengan memberikan nilai pangkat kepada masing-masing angka hasil percobaan. Pemberian pangkat dilakukan baris demi baris. Skor yang tertinggi pada setiap baris diberi pangkat yang tertinggi. Apabila terdapat dua skor yang sama, maka pangkatnya dijumlahkan dan dibagi dua.

Setelah semua skor diberi pangkat, kemudian pangkat dari masing-masing perlakuan (kolom) dijumlahkan dan dihitung menurut rumus *Friedman-Conover* :

$$T = \frac{(n - 1) \left(B - \frac{nk(k + 1)}{4} \right)^2}{A - B}$$

Keterangan:

- T = nilai kritik
- A = jumlah kuadrat total
- B = jumlah kuadrat perlakuan
- K = jumlah perlakuan
- N = jumlah panelis

Nilai jumlah kuadrat total (A) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$A = \sum di^2$$

di = pangkat

Sedangkan jumlah kuadrat (B) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$B = \frac{1}{n} \sum Pi^2$$

Pi = jumlah pangkat setiap perlakuan

Jika nilai T ≤ dengan nilai *F*_{tabel} kesimpulannya adalah dengan menerima *H*₀ yang berarti tidak ada pengaruh dari perlakuan yang diuji. Jika nilai T > dari *F*_{tabel} maka *H*₁ diterima yang berarti paling sedikit ada sepasang perlakuan yang berbeda nyata.

Untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda setelah memperoleh kesimpulan *H*₁ yang benar, maka digunakan rumus sebagai berikut :

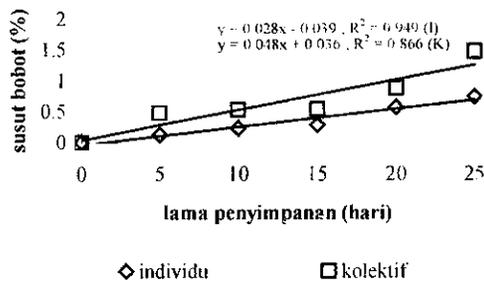
$$R = t_{0,975} \left(\frac{2n(A - B)}{(n - 1)(k - 1)} \right)^{1/2}$$

Jika selisih jumlah pangkat antara dua perlakuan lebih besar dari nilai R berarti kedua perlakuan tersebut berbeda nyata. Jika selisih jumlah pangkat antara dua perlakuan lebih kecil atau sama dengan nilai dari R berarti kedua perlakuan tersebut tidak nyata.

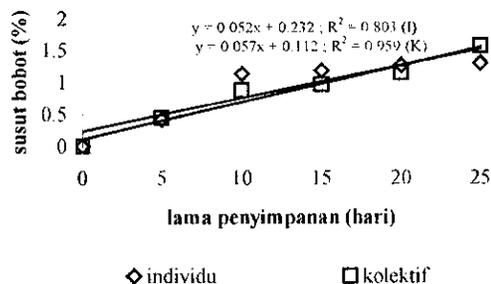
HASIL DAN PEMBAHASAN

Susut bobot

Susut bobot terjadi karena kehilangan sebagian air pada buah. Susut bobot buah mangga yang dikemas secara individu maupun secara kolektif selama penyimpanan pada suhu 10°C dan 20°C cenderung meningkat (Gambar 1 dan 2).



Gambar 1. Susut bobot (%) buah mangga selama penyimpanan pada suhu 10°C



Gambar 2. Susut bobot (%) buah mangga selama penyimpanan pada suhu 20°C

Pada penyimpanan hari ke-25, buah mangga yang memiliki nilai susut bobot terbesar (1,568%) adalah buah mangga yang dikemas secara kolektif dan disimpan pada suhu 20°C (A₂B₂), sedangkan buah mangga yang memiliki nilai susut bobot terkecil (0,733%) adalah buah mangga yang dikemas secara individu dan disimpan pada suhu 10°C (A₁B₁). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan, maka akan semakin tinggi pula susut bobot buah mangga yang dihasilkan. Gambar 2 juga menunjukkan bahwa susut bobot buah mangga yang disimpan baik secara individu maupun kolektif pada suhu 20°C hampir sama. Hal ini berarti bahwa metode pengemasan yang digunakan tidak dapat menekan susut bobot pada buah mangga yang disimpan pada suhu 20°C. Tetapi hal ini tidak berlaku untuk buah mangga yang disimpan pada suhu 10°C (Gambar 1).

Buah mangga yang disimpan secara kolektif (suhu 10°C) mengalami susut bobot yang jauh lebih besar dibandingkan buah mangga yang disimpan secara individu. Hal ini berarti bahwa metode pengemasan (individu) yang digunakan dapat menekan susut bobot

buah mangga yang disimpan pada suhu 10°C. Penurunan susut bobot yang lebih besar pada buah mangga yang disimpan secara kolektif disebabkan karena adanya panas (hasil proses respirasi) yang lebih besar dibandingkan dengan buah mangga yang disimpan secara individu, sehingga proses pematangan buah menjadi lebih cepat. Dengan demikian susut bobot buah mangga juga akan semakin besar.

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa suhu penyimpanan yang digunakan berpengaruh sangat nyata terhadap susut bobot buah mangga yang dihasilkan, sedangkan metode pengemasan yang digunakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap susut bobot buah mangga yang dihasilkan. Uji lanjutan BNT (hari ke-10) terhadap susut bobot buah mangga selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji BNT terhadap susut bobot (%) buah mangga selama penyimpanan

Perlakuan	Rata-rata	BNT 5% (0,33)	BNT 1% (0,48)
Individu, 10°C	0,23	a	A
Kolektif, 10°C	0,52	a	AB
Individu, 20°C	0,87	b	BC
Kolektif, 20°C	1,13	b	C

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata (5%) dan tidak berbeda sangat nyata (1%)

Tabel 1 menunjukkan bahwa susut bobot buah mangga yang dikemas secara individu dan disimpan pada suhu 10°C (A₁B₁) tidak berbeda nyata terhadap susut bobot buah mangga yang dikemas secara kolektif dan disimpan pada suhu 10°C (A₁B₂) karena metode pengemasan yang digunakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan susut bobot buah mangga. Tetapi sampel tersebut berbeda nyata dengan yang lainnya yaitu susut bobot buah mangga yang dikemas secara individu dan disimpan pada suhu 20°C (A₂B₁) serta susut bobot buah mangga yang dikemas secara kolektif dan disimpan pada suhu 20°C (A₂B₂).

Susut bobot pada buah mangga selama penyimpanan disebabkan oleh adanya proses penguapan air (transpirasi) dari jaringan buah melalui stomata atau kulit. Buah mangga merupakan salah satu buah yang memiliki kandungan air yang cukup tinggi yaitu ± 86,6 persen. Menurut Winarno (1991), kandungan air pada bahan pangan ikut menentukan kesegaran, penampakan, dan daya tahan bahan pangan tersebut. Apabila sebagian air pada bahan pangan tersebut menguap maka akan dapat menyebabkan terjadinya susut bobot yang berarti kesegaran, penampakan, dan daya tahan bahan pangan tersebut menjadi menurun. Penguapan air (transpirasi) dapat dikurangi antara lain dengan cara menurunkan suhu

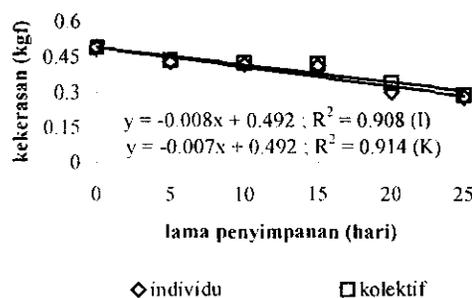
penyimpanan, menaikkan kelembaban udara dan mengemas atau membungkus buah mangga tersebut.

Susut bobot buah mangga juga dapat disebabkan oleh kehilangan karbon selama proses respirasi. Pada proses respirasi ini senyawa-senyawa karbon yang terdapat dalam gula pada buah mangga akan mengikat dan bereaksi dengan oksigen yang akan menghasilkan senyawa-senyawa sederhana yang mudah menguap yaitu karbondioksida dan uap air sehingga buah akan kehilangan bobotnya. Proses respirasi ini dapat ditekan dengan mengombinasikan antara pengemasan dengan penyimpanan pada suhu rendah. Perlakuan suhu berpengaruh sangat nyata terhadap susut bobot, sehingga buah mangga yang disimpan pada suhu 10°C memiliki nilai susut bobot yang lebih rendah bila dibandingkan dengan buah mangga yang disimpan pada suhu 20°C. Hasil ini sesuai dengan pendapat Muchtadi (1992) yang menyatakan bahwa penyimpanan suhu rendah dapat menekan kecepatan respirasi dan transpirasi sehingga proses ini berjalan lambat, sehingga daya simpan buah mangga dapat diperpanjang. Dengan meningkatnya suhu, laju respirasi akan semakin cepat dimana setiap kenaikan suhu 10°C maka laju respirasi akan meningkat dua sampai tiga kali. Hal tersebut mengakibatkan buah mangga yang disimpan pada suhu ruang akan mengalami susut bobot yang lebih tinggi.

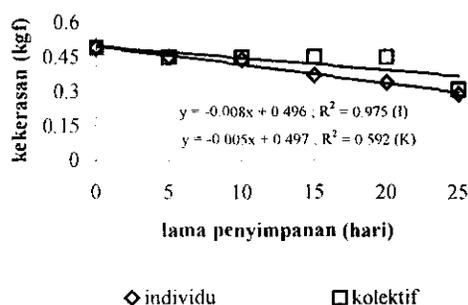
Buah mangga yang disimpan tanpa menggunakan kemasan (kontrol) baik pada suhu 10°C maupun suhu 20°C juga diukur. Susut bobot buah mangga yang disimpan dengan tanpa menggunakan kemasan memiliki nilai susut bobot yang lebih besar dibandingkan dengan buah mangga yang disimpan menggunakan kemasan baik pada suhu 10°C maupun 20°C. Buah mangga yang disimpan tanpa menggunakan kemasan pada suhu 10°C mengalami susut bobot sebesar 1,251% pada hari ke-5, sedangkan buah mangga yang disimpan tanpa menggunakan kemasan pada suhu 20°C mengalami susut bobot sebesar 4,328% pada hari ke-5.

Kekerasan

Kekerasan buah-buahan pada umumnya akan menurun selama penyimpanan. Kekerasan buah mangga pada bagian pangkal, tengah dan ujung selama penyimpanan pada suhu 10°C dan suhu 20°C cenderung menurun. Sebagai contoh, pada hari ke-5 kekerasan buah mangga berkisar antara 0,44 sampai 0,47 kgf (pangkal), 0,43 sampai 0,45 kgf (tengah), dan 0,45 sampai 0,47 kgf (ujung), cenderung menurun pada hari ke-10 menjadi 0,41 sampai 0,47 kgf (pangkal), 0,42 sampai 0,45 kgf (tengah), dan 0,42 sampai 0,45 kgf (ujung). Kekerasan buah mangga (bagian tengah) selama penyimpanan pada suhu 10°C dan 20°C dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Kekerasan (kgf) bagian tengah buah mangga selama penyimpanan pada suhu 10°C



Gambar 4. Kekerasan (kgf) bagian tengah buah mangga selama penyimpanan pada suhu 20°C

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyimpanan dan metode pengemasan berpengaruh nyata terhadap kekerasan buah mangga selama penyimpanan. Uji lanjutan BNT (hari ke-10) terhadap kekerasan buah mangga dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji BNT terhadap kekerasan (Kgf) buah mangga selama penyimpanan

Perlakuan	Rata-rata	BNT 5 % (0,02)	BNT 1 % (0,03)
Individu, 10°C	0,43	a	A
Kolektif, 20°C	0,43	a	A
Individu, 20°C	0,43	a	A
Kolektif, 10°C	0,45	b	A

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata (5%) dan tidak berbeda sangat nyata (1%)

Tabel 2 menunjukkan bahwa kekerasan buah mangga yang disimpan secara individu dan pada suhu 10°C (A₁B₁) hanya berbeda nyata dengan kekerasan buah mangga yang disimpan secara kolektif pada suhu 10°C (A₁B₂), dan tidak berbeda nyata dengan yang lainnya.

Selama proses pematangan, ketegaran dinding sel akan berkurang karena terjadinya perombakan protopektin yang tidak larut menjadi pektin yang larut (Pantastico, 1993). Perombakan ini merupakan hasil kerja dari enzim-enzim seperti pektin metil esterase,

pektin transesterinase dan poligalakturonase. Dengan terurainya protopektin ini, daging buah menjadi lunak. Sejalan dengan pematangan, kadar protopektin pada buah akan menurun sedangkan kadar pektin yang larut akan meningkat.

Penurunan kekerasan ini juga disebabkan oleh adanya proses respirasi dan transpirasi. Pada proses respirasi akan mengakibatkan pecahnya karbohidrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, dengan adanya pemecahan karbohidrat ini maka akan menyebabkan pecahnya jaringan pada buah-buahan sehingga produk menjadi lunak. Proses respirasi ini menyebabkan kelanjutan pematangan pada komoditas. Pada saat itu terjadi degradasi hemiselulosa dan pektin dari dinding sel yang mengakibatkan perubahan kekerasan buah mangga. Sedangkan pada proses transpirasi akan terjadi penguapan air yang menyebabkan buah-buahan menjadi layu dan mengerut sehingga buah menjadi lebih lunak. Hal ini terjadi karena sebagian air pada buah mengalami penguapan sehingga ketegaran buah menjadi menurun.

Perlakuan suhu yang lebih tinggi pada penelitian ini (20°C) menghasilkan penurunan kekerasan yang lebih besar bila dibandingkan dengan perlakuan suhu yang lebih rendah (10°C). Hal ini disebabkan pada suhu yang lebih tinggi (20°C) akan mengakibatkan laju respirasi yang lebih tinggi dan aktivitas enzim yang lebih cepat. Semakin aktif enzim-enzim tersebut bekerja maka tekstur buah akan semakin lunak. Sedangkan pada suhu yang lebih rendah (10°C) dapat memperlambat pelunakan buah, karena pada suhu yang lebih rendah sifat katalis enzim dapat dihambat (Anggrahini dan Hadiwiyoto, 1987).

Buah mangga yang disimpan tanpa kemasan (kontrol) baik pada suhu 10°C maupun suhu 20°C memiliki kekerasan yang lebih kecil bila dibandingkan dengan buah mangga yang diberi perlakuan pengemasan. Sebagai contoh, pada hari ke-5 buah mangga tanpa kemasan (kontrol) yang disimpan pada suhu 10°C memiliki nilai kekerasan 0,43 kgf (pangkal), 0,44 kgf (tengah) dan 0,45 kgf (ujung). Kekerasan ini menurun pada hari ke-10 menjadi 0,41 kgf (pangkal), 0,43 kgf (tengah) dan 0,45 kgf (ujung). Buah mangga yang disimpan tanpa kemasan pada suhu 20°C memiliki penurunan kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan buah mangga yang disimpan tanpa kemasan pada suhu 10°C. Karena semakin rendah suhu maka proses respirasi, transpirasi dan aktivitas enzim dapat dihambat.

Warna kulit

Uji warna juga dilakukan dengan menggunakan "Munsell Color Chart of Tissue" yaitu dengan cara mencocokkan warna kulit buah mangga dengan nilai hue (warna kromatik), lightness (kecerahan warna) dan chroma (intensitas warna). Hasil uji terhadap warna kulit buah mangga menunjukkan bahwa warna kromatik kulit buah mangga adalah hijau kekuningan

(GY). Sebagai contoh, pada penyimpanan hari ke-5 buah mangga memiliki warna kromatik, tingkat kecerahan dan intensitas warna antara 5 GY 4/4 sampai dengan 7,5 GY 5/5. Angka pertama menunjukkan hue dan diikuti oleh huruf yang menyatakan kisaran warna, angka kedua merupakan lightness serta angka ketiga adalah chroma.

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa perlakuan metode pengemasan berpengaruh sangat nyata terhadap warna kulit buah mangga (untuk lightness dan chroma), sedangkan perlakuan suhu penyimpanan berpengaruh tidak nyata. Hal ini menunjukkan bahwa buah yang dikemas secara individu memiliki penurunan nilai lightness dan chroma, yang lebih kecil bila dibandingkan dengan buah mangga yang dikemas secara kolektif. Uji lanjutan BNT terhadap warna kulit buah mangga (lightness dan chroma) pada hari penyimpanan ke-5 dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 6. Uji BNT terhadap warna kulit buah mangga (lightness) selama penyimpanan

Perlakuan	Rata-rata	BNT 5 % (9,754)	BNT 1 % (14,192)
Kolektif, 10°C	15,73	a	A
Kolektif, 20°C	21,69	a	A
Individu, 10°C	37,65	b	B
Individu, 20°C	42,15	b	B

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata (5%) dan tidak berbeda sangat nyata (1%)

Tabel 7. Uji BNT terhadap warna kulit buah mangga (chroma) selama penyimpanan

Perlakuan	Rata-rata	BNT 5 % (9,484)	BNT 1 % (13,797)
Kolektif, 10°C	12,61	a	A
Kolektif, 20°C	17,46	a	AB
Individu, 20°C	29,97	b	BC
Individu, 10°C	31,81	b	C

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata (5%) dan tidak berbeda sangat nyata (1%)

Buah mangga yang dikemas secara kolektif terdiri dari 4 buah mangga sehingga panas (energi) yang timbul di dalam kemasan akibat adanya proses respirasi lebih banyak dibandingkan dengan buah mangga yang dikemas secara individu. Dengan adanya panas (energi) yang lebih banyak maka proses pemasakan buah akan lebih cepat dan hal ini menandakan perubahan warna kulit buah mangga akan lebih cepat pula.

Penurunan nilai lightness menandakan bahwa derajat kecerahan kulit buah mangga mengalami perubahan, mulai dari warna hijau tua hingga akhirnya timbul bercak-bercak coklat kehitaman pada permukaan kulit buah mangga tersebut. Nilai chroma selama penyimpanan juga mengalami penurunan yang ditandai dengan perubahan warna kulit buah mangga dari hijau

tua cerah menjadi terlihat kusam yang diikuti dengan penurunan kekerasan buah mangga. Hal ini menandakan bahwa buah telah mengalami pemasakan dan kemudian pembusukan. Perubahan nilai *hue* selama penyimpanan juga mengalami penurunan yang ditandai dengan adanya perubahan warna kulit buah mangga yang pada hari pertama berwarna hijau tua berubah menjadi hijau tua kekuningan.

Buah mangga yang disimpan dengan tanpa menggunakan kemasan (kontrol) terutama yang disimpan pada suhu 20°C lebih cepat mengalami perubahan warna dari hijau tua menjadi kuning, bahkan pada hari ke-15 telah mengalami pengeriputan. Sedangkan buah mangga yang disimpan dengan tanpa menggunakan kemasan pada suhu 10°C, lebih dapat mempertahankan warna hijaunya walaupun bercak coklat kehitamannya lebih banyak bila dibandingkan dengan buah mangga yang disimpan dengan menggunakan kemasan. Hal ini didukung oleh pendapat Winarno dan Wirakartakusumah (1991) yang menyatakan bahwa kenaikan suhu akan meningkatkan pembentukan pigmen. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka buah mangga yang disimpan akan lebih cepat mengalami perubahan warna dari hijau muda menjadi hijau tua atau hijau kekuningan. Perubahan warna ini disebabkan oleh hilangnya warna hijau yang melibatkan klorofil dan munculnya karotenoid. Dengan demikian kombinasi antara pengemasan dan penyimpanan pada suhu rendah lebih dapat menekan perubahan warna dari kulit buah mangga.

Asam total

Asam total dititrasi dari buah dinyatakan sebagai asam non volatil yang dominan yang dikandung oleh buah tersebut. Pada buah mangga, asam non volatil dominan pada buah mangga adalah asam sitrat, disamping asam malat dan asam askorbat. Pada penelitian ini asam dititrasi buah mangga dinyatakan sebagai asam sitrat.

Asam total pada buah mangga selama 10 hari penyimpanan cenderung menurun dan stabil. Sebagai contoh, buah mangga yang disimpan secara individu pada suhu 10°C mengandung 0,32 % asam total, dan pada hari ke-10 menurun menjadi 0,31 %. Pada penyimpanan hari ke-15 persentase asam total meningkat dan terus stabil sampai pada hari ke-20 penyimpanan. Pada hari akhir penyimpanan (hari ke-25), persentase asam total kembali menurun. Persentase asam total buah mangga selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa perlakuan suhu berpengaruh nyata terhadap asam total buah mangga selama penyimpanan, sedangkan perlakuan metode pengemasan berpengaruh tidak nyata. Semakin rendah suhu penyimpanan yang digunakan maka semakin lambat laju penurunan asam total pada buah mangga. Uji lanjut BNT terhadap persentase asam

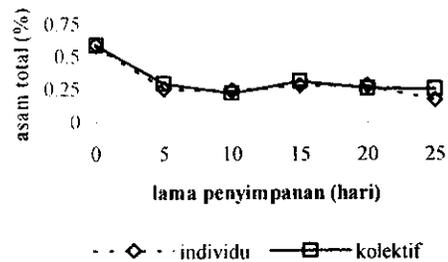
total buah mangga (hari ke-10) selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji BNT terhadap asam total (%) buah mangga selama penyimpanan

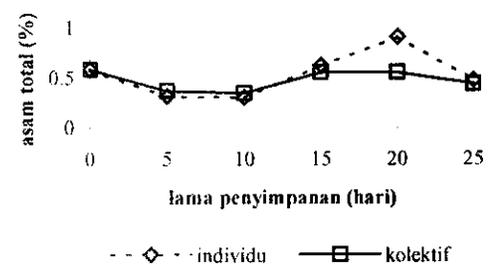
Perlakuan	Rata-rata	BNT 5 % (0,11)	BNT 1 % (0,15)
Kolektif, 20°C	0,22	a	A
Individu, 20°C	0,24	a	A
Individu, 10°C	0,31	ab	A
Kolektif, 10°C	0,35	b	A

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata (5%) dan tidak berbeda sangat nyata (1%)

Penurunan persentase asam total disebabkan oleh adanya penggunaan asam-asam organik di dalam buah mangga oleh proses respirasi dan juga oleh mikrobia. Dalam melakukan aktifitasnya yaitu pertumbuhan dan perkembangan, mikroorganisme memerlukan energi. Energi ini diperoleh dengan merombak zat gizi yang terdapat dalam bahan pangan. Penggunaan zat gizi oleh mikroorganisme menyebabkan penurunan nilai gizi dalam bahan pangan.



Gambar 5. Persentase asam total buah mangga selama penyimpanan pada suhu 10°C



Gambar 6. Persentase asam total buah mangga selama penyimpanan pada suhu 20°C

Perubahan dalam keasaman selama penyimpanan dapat berbeda-beda sesuai dengan tingginya suhu penyimpanan (Muchtadi, 1992). Persentase asam total yang dihasilkan buah mangga yang disimpan pada suhu 10°C cenderung lebih kecil dibandingkan dengan persentase asam total buah

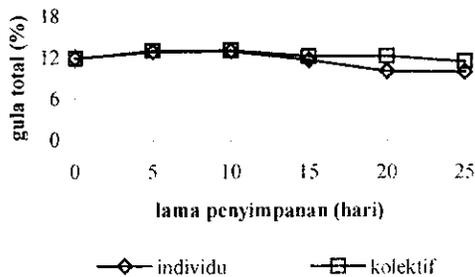
mangga yang disimpan pada suhu 20°C. Pada hari ke-10 asam total buah mangga yang disimpan pada suhu 10°C berkisar antara 0,31 sampai 0,35%, sedangkan asam total buah mangga yang disimpan pada suhu 20°C berkisar antara 0,21 sampai 0,23%. Hal ini terjadi karena pada penyimpanan suhu dingin (10°C), aktivitas metabolisme buah mangga berlangsung lebih lambat, sehingga proses perubahan asam-asam organik di dalam buah mangga juga menjadi lambat.

Buah mangga yang disimpan tanpa menggunakan kemasan (kontrol) memiliki persentase asam total yang lebih besar dibandingkan dengan buah mangga yang disimpan dengan menggunakan kemasan. Peningkatan persentase keasaman lebih cepat terjadi yaitu pada hari ke-10. Hal ini terjadi karena pada buah mangga yang disimpan tanpa menggunakan kemasan, proses respirasi tidak dapat ditekan serendah mungkin karena lebih banyaknya O₂ yang tersedia di sekitar lingkungan.

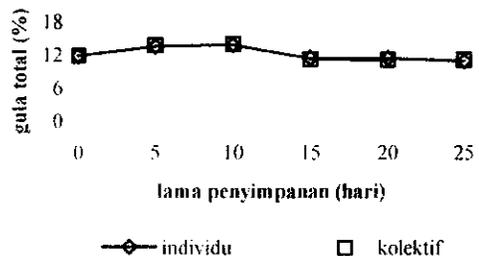
Gula total

Gula merupakan komponen yang penting untuk mendapatkan flavor buah yang menyenangkan melalui perimbangan antara gula dan asam (Pantastico, 1993). Pada buah mangga, perubahan gula selama penyimpanan meliputi 3 jenis, yaitu sukrosa, glukosa dan fruktosa. Dalam penelitian ini gula yang diukur merupakan gula total dari ke-3 macam gula tersebut.

Gula total yang terdapat pada buah mangga selama penyimpanan cenderung meningkat sampai hari ke-10 penyimpanan, dan menurun sampai hari akhir penyimpanan (hari ke-25). Peningkatan persentase gula total ini sejalan dengan penurunan persentase asam-asam organik yang terkandung selama pematangan buah mangga. Persentase gula total buah mangga selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Persentase gula total buah mangga selama penyimpanan pada suhu 10°C



Gambar 8. Persentase gula total buah mangga selama penyimpanan pada suhu 20°C

Pantastico (1993) menyatakan bahwa selama pemasakan pati akan dihidrolisis menjadi senyawa-senyawa sederhana yang merupakan sumber energi selama proses respirasi. Pada tahap ini sukrosa yang terbentuk akan dipecah lagi menjadi glukosa dan fruktosa. Sebagian glukosa digunakan dalam proses respirasi. Penurunan gula total selama penyimpanan, dikarenakan buah mangga yang disimpan mulai melewati masa pemasakan, dimana pada tahap ini kadar pati sudah mulai sedikit dan aktivitas enzim invertase sudah menurun sehingga kadar gula juga menjadi menurun.

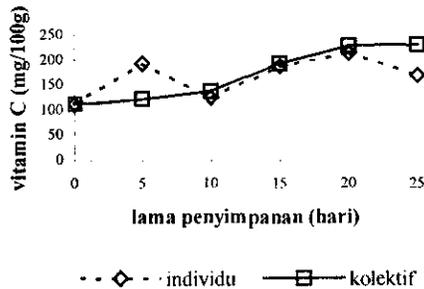
Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyimpanan dan perlakuan metode pengemasan tidak berpengaruh nyata terhadap gula total buah mangga selama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa gula total buah mangga selama penyimpanan baik pada suhu 10°C maupun 20°C cenderung sama. Penurunan persentase gula total selama penyimpanan pada suhu rendah (10°C dan 20°C) dapat ditekan karena pada suhu rendah laju respirasi dapat dihambat sehingga penggunaan gula untuk proses respirasi lebih sedikit.

Buah mangga yang disimpan tanpa menggunakan kemasan (kontrol) memiliki penurunan persentase gula total yang lebih cepat bila dibandingkan dengan buah mangga yang disimpan dengan menggunakan kemasan. Hal ini terjadi karena lebih banyak tersedianya O₂ di sekitar lingkungan penyimpanan yang mengakibatkan proses respirasi tidak dapat ditekan serendah mungkin. Dengan demikian semakin banyak glukosa yang digunakan selama proses respirasi sehingga kandungan gula dalam buah lebih cepat menurun. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara pengemasan dan penyimpanan pada suhu rendah dapat lebih menekan laju penurunan persentase gula total pada buah mangga.

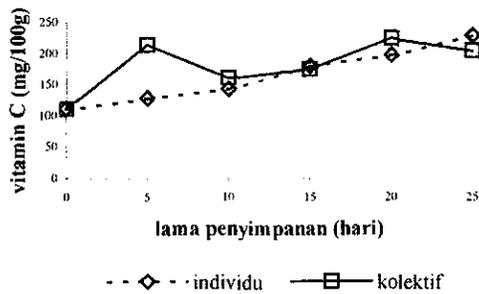
Vitamin C (asam askorbat)

Vitamin C (asam askorbat) pada buah mangga selama penyimpanan cenderung bervariasi. Sebagai contoh, pada penyimpanan hari ke-10 vitamin C pada buah mangga yang disimpan secara individu (10°C) menurun dari 192,125 mg/100g menjadi 124,36 mg/100g dan pada hari ke-15 vitamin C-nya meningkat kembali.

Sedangkan vitamin C pada buah mangga yang disimpan secara individu (20°C) meningkat pada hari ke-10 dari 127,806 mg/100g menjadi 142,873 mg/100g. Vitamin C buah mangga selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Vitamin C (mg/100g) buah mangga selama penyimpanan pada suhu 10°C



Gambar 10. Vitamin C (mg/100g) buah mangga selama penyimpanan pada suhu 20°C

Gambar 9 dan 10 menunjukkan bahwa selama penyimpanan vitamin C (asam askorbat) pada buah mangga akan menurun, dan kemudian akan meningkat kembali. Hal ini sejalan dengan pola respirasi dari buah klimakterik, dimana terjadi perubahan pola respirasi yang mendadak dan kemudian menurun kembali ketika buah menuju tahap pelayuan. Pantastico (1993) menyatakan bahwa buah-buahan yang sudah tua akan meningkat keasamannya, dan kenaikan ini terjadi bersamaan dengan pola klimakteriknya.

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan suhu dan metode pengemasan berpengaruh sangat nyata terhadap vitamin C buah mangga selama penyimpanan pada hari ke-25. Uji lanjutan BNT terhadap vitamin C buah mangga dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji BNT terhadap vitamin C (mg/100g) buah mangga selama penyimpanan

Perlakuan	Rata-rata	BNT 5 % (35,82)	BNT 1 % (52,11)
Individu, 10°C	168,06	a	A
Kolektif, 20°C	203,71	b	AB
Individu, 20°C	228,43	b	B
Kolektif, 10°C	229,44	b	B

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata (5%) dan tidak berbeda sangat nyata (1%)

Tabel 6 menunjukkan bahwa vitamin C pada buah mangga yang disimpan secara individu pada suhu 10°C memiliki perbedaan yang nyata dengan buah mangga yang disimpan secara kolektif pada suhu 10°C dan dengan buah mangga yang disimpan pada suhu 20°C baik secara individu maupun secara kolektif.

Pada umumnya turunnya kandungan asam askorbat (vitamin C) lebih cepat pada suhu penyimpanan yang lebih tinggi. Sebagai contoh buah mangga yang disimpan secara individu (10°C) pada hari ke-10 mengalami penurunan kandungan vitamin C sebesar 64,73 %, sedangkan buah mangga yang disimpan secara kolektif (20°C) pada hari ke-10 mengalami penurunan kandungan vitamin C sebesar 74,98 %. Hal ini disebabkan karena pada suhu dingin, aktivitas metabolisme di dalam buah mangga berjalan lebih lambat sehingga penurunan kandungan asam-asam organik (asam askorbat) juga menjadi lebih lambat.

Uji organoleptik

Uji organoleptik hanya dilakukan terhadap rasa buah mangga dengan menggunakan dua uji, yaitu uji duo trio dan uji hedonik (Friedman-Conover). Uji organoleptik ini dilakukan pada 25 orang panelis.

Rasa

Rasa suatu bahan pangan merupakan salah satu faktor yang menentukan kelezatan bahan pangan tersebut. Rasa merupakan salah satu penentu didalam menentukan flavor buah melalui perimbangan antara gula dan asam. Rasa lebih banyak melibatkan panca indera lidah. Kepekaan terhadap rasa terdapat pada kuncup rasa lidah.

Hasil uji duo trio menunjukkan bahwa panelis dapat mendeteksi adanya perbedaan pada rasa buah mangga yang diberi perlakuan dengan buah mangga segar. Hal ini dapat dilihat dari jumlah panelis yang menjawab benar (dari 25 orang panelis), dimana jumlah panelis tersebut lebih besar atau sama dengan jumlah panelis minimal (18 orang) yang tercantum pada Tabel Uji Duo-Trio untuk taraf 5 %. Jumlah panelis yang menjawab benar untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Jumlah panelis yang menjawab benar pada uji duo-trio

Perlakuan	Jumlah panelis (orang)
Individu, 10°C	23
Kolektif, 10°C	18
Individu, 20°C	22
Kolektif, 20°C	24

Hasil uji hedonik skor rata-rata penilaian panelis terhadap rasa buah mangga adalah sebesar 3,43. Rasa buah mangga yang paling disukai adalah pada buah mangga yang disimpan secara kolektif pada suhu 10°C (A₁B₂) dengan rerata skor 4 (suka). Sedangkan rasa buah mangga yang tidak disukai adalah pada buah mangga yang disimpan secara individu pada suhu 10°C (A₁B₁) dengan rerata skor 2,76 (agak suka). Penilaian panelis (*Friedman-Conover*) terhadap rasa buah mangga pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji *Friedman-Conover* terhadap rasa buah mangga selama penyimpanan dengan perlakuan yang berbeda

Perlakuan	Rarata skor	Σ pangkat	X _{0,975} = 30,144
Individu,10°C (A ₁ B ₁)	2,76	51,5	a
Individu,20°C (A ₂ B ₁)	2,88	56	a
Kolektif,20°C (A ₂ B ₂)	3,6	80,5	ab
Mangga segar	3,92	89,5	b
Kolektif,10°C (A ₁ B ₂)	4	97,5	b

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata

Tabel 8 menunjukkan bahwa buah mangga yang disimpan secara individu memiliki perbedaan rasa dengan buah mangga yang disimpan secara kolektif. Hal ini menunjukkan bahwa metode pengemasan memiliki pangaruh yang nyata terhadap rasa buah mangga. Buah mangga yang disimpan secara kolektif memiliki panas (hasil proses respirasi) yang lebih banyak dibandingkan dengan buah mangga yang disimpan secara individu, sehingga proses pemasakan buah mangga juga akan lebih cepat. Pada hari ke-10 penyimpanan, buah mangga yang disimpan secara kolektif (10°C) telah mencapai waktu pematangan yang baik dengan rasa yang lebih disukai konsumen. Hasil uji hedonik juga dapat menunjukkan bahwa panelis lebih menyukai buah mangga yang disimpan secara kolektif (10°C) dibandingkan buah mangga segar. Ini disebabkan oleh rasa buah mangga segar yang lebih asam.

Hubungan nisbah kadar gula – kadar asam dengan uji kesukaan (hedonik)

Nisbah antara kadar gula dan asam buah mangga merupakan perbandingan jumlah gula dan asam yang seimbang sehingga memperoleh rasa buah mangga yang disukai konsumen. Pada umumnya konsumen lebih menyukai buah-buahan yang antara

rasa asam-manisnya lebih terasa di indera pengecap (lidah). Dengan demikian rasa segar dari buah-buahan tersebut lebih terasa. Pantastico (1993) menyatakan bahwa untuk mendapatkan flavor buah yang menyenangkan dapat melalui perimbangan antara gula dan asam.

Hasil uji kesukaan (hedonik) telah menunjukkan bahwa panelis menyukai rasa buah mangga yang disimpan secara kolektif (10°C), dimana perbandingan antara kadar gula dan kadar asam buah mangga tersebut adalah 2 : 1. Hal ini berarti bahwa panelis lebih menyukai rasa buah mangga yang mengandung kadar gula yang tidak terlalu tinggi dari kadar asamnya, sehingga kesegaran buah mangga tersebut lebih terasa pada indera pengecap (lidah).

Secara keseluruhan penggunaan kemasan (individu dan kolektif) pada penyimpanan buah mangga dapat menghambat perubahan fisik maupun perubahan kimia yang terjadi pada buah mangga tersebut. Hal ini akan lebih baik jika penggunaan kemasan tersebut dikombinasikan dengan penyimpanan pada suhu rendah (10°C dan 20°C), sehingga masa simpan buah mangga tersebut dapat lebih lama. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah perlakuan A₁B₂ yaitu buah mangga yang disimpan secara kolektif pada suhu 10°C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengemasan secara individu dan kolektif hanya berpengaruh nyata terhadap kekerasan dan warna kulit buah mangga. Sedangkan penggunaan suhu penyimpanan (± 10°C dan 20°C) berpengaruh nyata terhadap susut bobot, kekerasan, dan kandungan asam total pada buah mangga. Interaksi antara metode pengemasan yang digunakan dengan suhu penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan vitamin C pada buah mangga.

Buah mangga yang disimpan secara kolektif pada suhu 10°C merupakan buah mangga yang mempunyai umur simpan yang lebih lama (25 hari) dan merupakan buah mangga yang disukai oleh panelis (pada uji organoleptik hari ke-10 penyimpanan).

Panelis dapat mendeteksi adanya perbedaan terhadap rasa antara buah mangga yang diberi perlakuan dan buah mangga yang segar.

Saran

Jika ingin memperpanjang umur simpan buah mangga (25 hari) sebaiknya menggunakan kemasan dan disimpan secara kolektif. Penyimpanan ini akan lebih baik bila pengemasan tersebut dikombinasikan dengan penyimpanan pada suhu rendah yaitu ± 10°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, S. dan S. Hadiwiyoto. 1987.** Perubahan-Perubahan Bahan Pangan Selama Proses Pematangan dan Sesudah Panen. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- AOAC. 1984.** Official Methods of Analysis of The Association of Agricultural Analytical Chemists. Washington DC.
- Askar, A dan H. Treptow. 1993.** Quality Assurance in Tropical Fruit Processing. Springer Laboratory. Germany.
- Djubaedah, E dan E. Nurlaelyah. 1987.** Penelitian Pengemasan Buah-buahan Segar. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian Proyek Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian. Jakarta.
- Kawada, K and L.G. , Albrigo. 1979.** *In* Salunkhe, D.K., H.R. Bolin and N.R. Reddy. 2000. Storage Processing and Nutritional Quality of Fruit and Vegetable. Second edition. Vol. 1. Fresh Fruit and Vegetable. CRC Press Inc. Boca Raton. USA.
- Lidiasari, E. 2002.** Kajian Mutu Buah Mangga (*Mangifera indica* Linn.) selama Penyimpanan dalam Kemasan Fleksibel. Tesis Magister Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Muchtadi, D. 1992.** Fisiologi Pasca Panen Sayuran dan Buah-buahan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nakasone, H.Y. and E.P, Robert. 1998.** Tropical Fruits. CAB Internasional. USA.
- Pantastico, ER.B. 1993.** Fisiologi Pascapanen diterjemahkan oleh Kamariyani. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sudarmadji, S., H, Bambang dan Suhardi. 1996.** Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Winarno, F.G. 1991.** Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- . 1993. Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G. dan M.A. Wirakartakusumah. 1991.** Fisiologi Lepas Panen. Sastra Hudaya. Jakarta.