

PENGARUH WAKTU PEMBEKUAN DAN PENYIMPANAN TERHADAP KARAKTERISTIK IRISAN BUAH MANGGA ARUMANIS BEKU

Ira Mulyawanti, K. T. Dewandari dan Yulianingsih

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No. 12A Bogor

e-mail: bb_pascapanen@litbang.deptan.go.id, bb_pascapanen@cbn.net.id

Mangga merupakan salah satu komoditas hortikultura yang cukup potensial di Indonesia. Dengan jumlah produksinya yang cukup tinggi, mangga dapat diandalkan menjadi salah satu buah tropika yang dapat bersaing di pasar Internasional. Namun demikian, seperti halnya produk hortikultura lainnya, mangga memiliki sifat yang mudah mengalami kerusakan sehingga umur simpannya relatif pendek dan jangkauan distribusi pemasarannya terbatas. Pembekuan merupakan salah satu cara untuk dapat mengantisipasi kerusakan buah mangga, sehingga memiliki umur simpan yang lebih lama. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama pencelupan dalam nitrogen cair dan penyimpanan beku terhadap karakteristik irisan buah mangga Arumanis beku. Penelitian pembekuan cepat irisan buah mangga Arumanis matang dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan RAL pola faktorial dengan faktor yang ditelaah meliputi waktu pencelupan dalam nitrogen cair sebanyak 4 taraf (0, 30, 40 dan 50 detik) dan lama penyimpanan sebanyak 4 taraf (bulan ke-0, ke-1, ke-2 dan ke-3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pencelupan dalam nitrogen cair selama 40 detik memberikan karakteristik irisan beku buah mangga Arumanis yang paling baik setelah penyimpanan selama 3 bulan, yaitu dengan pH 4,9, TPT 14,07°Brix, vitamin C 27,66 mg/100g, total asam 0,46, Hue 85,09, Chroma 39,57, dan secara sensori masih disukai oleh panelis. Kandungan TPC 250 koloni/ml masih di bawah standar yang disyaratkan (100.000 koloni/ml).

Kata kunci: mangga;pembekuan cepat;penyimpanan beku;karakteristik mutu

ABSTRACT. I. Mulyawanti, K. T. Dewandari and Yulianingsih. 2007. Effect on period of freezing and storage to the characteristics of cut frozen manggo c.v. Arumanis. Mango is one of the potential tropical fruits in Indonesia. Its high production in Indonesia, it can be promoted as it tropical which is competitisc at international trade. In general, mango is perishable, thus, having short shelf life and causes limitation on mango distribution. Quick freezing using liquid nitrogen to lengthen its storage life is one of the preservation methode for mango. The aim of this research is to study effect of freezing time and frozen storage time on frozen Arumanis mango sliced characteristic. Research was done at laboratory scale with factorial completely randomized design. Research factors were freezing time (0, 30, 40, and 50 second) and frozen storage time (0, 1, 2, and 3 month). Results showed that freezing at 40 second gave the best characteristics for frozen mango after storing for three month. With pH value 4.9;TSS 14.07°Brix; vitamine C content 27.66 mg/100g;total acid content 0.46%;light value 56.62;Hue 85.09°H;TPC 250 coloni/ml; and sensory properties were accepted by panelist.

Keywords: mango;quick freezing;frozen storage;quality characteristics

PENDAHULUAN

Mangga merupakan salah satu komoditas hortikultura yang cukup potensial di Indonesia. Pada tahun 2005, produksi mangga mencapai 1,4 juta ton dengan luas panen 176.000 ha dan sentra produksi di Kabupaten Indramayu, Majalengka, Cirebon, Pemalang, Blora, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Buleleng dan Karangasem (Anonymous, 2007). Namun demikian, seperti halnya produk hortikultura lainnya, permasalahan pada buah mangga adalah mudah rusak sehingga umur simpannya relatif pendek. Hal ini menyebabkan tingginya kehilangan pada saat panen raya dan merosotnya harga jual buah mangga. Di lain sisi, mangga yang merupakan buah musiman, sulit dijumpai pada waktu-waktu tertentu sehingga tidak memenuhi ketersediaan bahan baku bagi industri yang bergerak dalam pengolahan buah mangga.

Pembekuan merupakan salah satu cara untuk mengantisipasi kerusakan buah mangga, sehingga mangga memiliki umur simpan yang lebih lama. Teknologi ini cukup sederhana dan tidak menyita waktu serta dapat menghambat pertumbuhan bakteri, kapang maupun khamir pembusuk. Dibandingkan dengan proses pemanasan, teknologi pembekuan cepat memerlukan waktu relatif lebih singkat. Dengan titik didih suhu -195,8°C, nitrogen cair mempunyai kemampuan membekukan bahan organik relatif lebih efektif dibandingkan dengan pendingin berbahan amoniak maupun freon. Pada pembekuan cepat, laju penguapan panas berjalan sangat cepat, sehingga jumlah inti kristal yang terbentuk banyak dan kecil. Pada pembekuan pangan, kristal es yang semakin kecil agar dapat terdistribusi lebih merata sangat diharapkan, sehingga tidak merubah struktur jaringan (Khadatkar *et al.*, 2004).

Kondisi penyimpanan merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas produk buah beku. Menurut Tressler (1968), penyimpanan produk beku pada suhu -20°F (-29°C) di Eropa, dapat mempertahankan kualitas produk beku selama penyimpanan. Buckle *et al.* (1987) menguraikan bahwa penyimpanan beku pada suhu sekitar -18°C atau lebih rendah akan mencegah kerusakan mikrobiologi, bila tidak terjadi fluktuasi suhu yang besar. Walaupun jumlah mikroba biasanya menurun selama proses dan penyimpanan beku (kecuali spora), tidak berarti makanan beku selalu steril yang terbukti dengan terjadinya proses pembusukan pada produk beku. Broto *et al.* (2002) telah melakukan percobaan pembekuan cepat pada buah mangga Gedong matang dalam berbagai bentuk dan menyimpannya selama 1 bulan. Hasil percobaan tersebut menyebutkan bahwa pembekuan cepat pada buah mangga Gedong utuh dengan metode pencelupan langsung memberikan hasil yang tidak baik, buah tidak dapat membeku secara merata dalam waktu yang singkat, namun waktu pencelupan yang terlalu lama juga menyebabkan hancurnya buah, sehingga buah tidak dapat dikonsumsi lagi dan kehilangan zat gizi sangat tinggi. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, pembekuan cepat buah mangga Arumanis dilakukan dalam bentuk irisan kubus dengan memperhatikan waktu pencelupan yang tepat, sehingga pembekuan buah mangga dapat dicapai secara merata dan jaringan tidak hancur.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu pencelupan dan lama penyimpanan beku terhadap karakteristik irisan beku buah mangga Arumanis.

BAHATAN METODE

A. Bahan dan alat

Penelitian dilakukan pada bulan Juli–Oktober 2007 di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah buah mangga matang Cv. Arumanis yang diperoleh dari perkebunan petani di Cirebon dan nitrogen cair yang diperoleh dari PT. Aneka Gas Jakarta. Bahan kimia yang dipergunakan adalah kalium iodida, pati, natrium hidroksida, asam oksalat, etanol, indikator pp, media PCA, dan bahan kimia lainnya untuk analisis. Alat yang dipergunakan meliputi *cryocane*, *freezer*, pisau, waskom, kromameter, *hand refraktometer*, buret, inkubator, dan alat-alat gelas lain untuk analisis.

B. Metode Penelitian

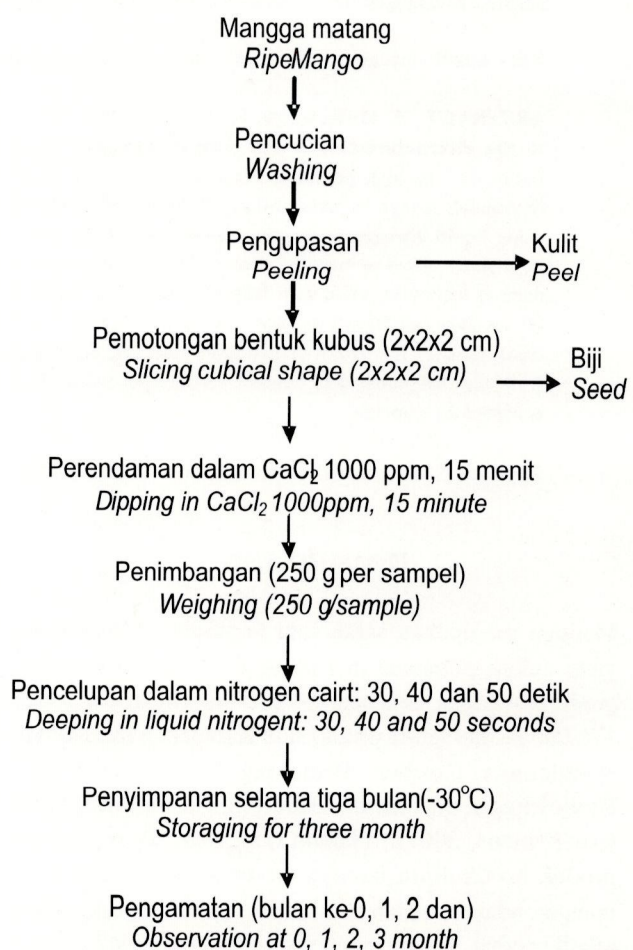
1. Pembuatan produk irisan buah mangga

Arumanis beku dan rancangan penelitian

Buah mangga Arumanis matang terlebih dahulu dicuci, dikupas dan diiris menjadi bentuk kubus ($2 \times 2 \times 2 \text{ cm}$) (Broto *et al.*, 2001), dengan berat 250 g untuk setiap sampel

percobaan. Sebelum dibekuecepatkan irisan buah mangga diberikan perlakuan perendaman dalam larutan CaCl_2 1000 ppm selama 15 menit. Irisan buah mangga segar tersebut dibekuecepatkan menggunakan nitrogen cair dengan metode pencelupan selama 30, 40 dan 50 detik, kemudian dikemas dalam plastik PE dan disimpan didalam *freezer* pada suhu -30°C selama 3 bulan. Proses pembuatan produk irisan beku mangga seperti terlihat pada Gambar 1. Sebelum pengujian mangga beku dilakukan *thawing* dengan cara *defrosting* bahan dalam *microwave* selama 10 menit.

Percobaan pembekuan cepat irisan buah mangga Arumanis dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan RAL dalam pola faktorial. Faktor perlakuan yang dicoba terdiri dari waktu pencelupan dalam nitrogen cair sebanyak 4 taraf (0, 30, 40 dan 50 detik) dan lama penyimpanan sebanyak 4 taraf (bulan ke-0, ke-1, ke-2 dan ke-3).



Gambar 1. Diagram alir pembuatan irisan mangga beku
Figure 1. Frozen sliced mango production process

2. Parameter pengamatan

Parameter pengamatan dilakukan terhadap karakteristik mutu kimia yang meliputi pH (pH meter), total padatan terlarut (*hand refractometre*), vitamin C (metode titrasi / AOAC, 1995), total asam (metode titrasi/AOAC, 1995); karakteristik mutu fisik terhadap warna (*chromametre*); analisis mikrobiologi terhadap total kandungan mikrobia kontaminan /*Total Plate Count* (Fardiaz, 1992); dan uji organoleptik (*Hedonic Test*) terhadap aroma, rasa, warna, dan penampilan produk secara keseluruhan dengan kriteria penilaian 1=sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=agak suka, 4= suka, 5=sangat suka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pembekuan cepat buah mangga Arumanis dalam nitrogen cair dengan waktu pencelupan yang berbeda memberikan hasil seperti terlihat pada Gambar 2.

Waktu pencelupan irisan buah mangga Arumanis selama 40 detik memberikan hasil yang optimum dalam membekukan buah, yaitu dengan membekunya seluruh bagian buah secara merata. Pencelupan selama 30 detik menghasilkan produk yang belum membeku seluruhnya, terutama bagian dalam daging buah, sedangkan waktu pencelupan selama 50 detik menyebabkan retaknya daging buah mangga. Kondisi pembekuan tersebut memberikan pengaruh terhadap karakteristik irisan beku buah mangga Arumanis seperti pada uraian berikut:

A. Mutu Kimia

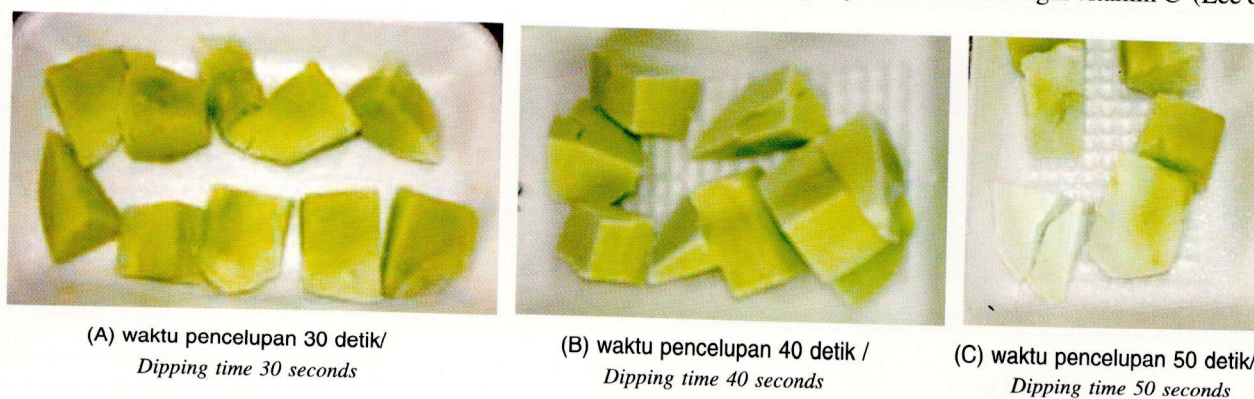
1. Vitamin C

Salah satu indikator kualitas terpenting pada buah beku adalah kandungan vitamin C. Perubahan kandungan vitamin C yang lebih tinggi dari yang lain, yaitu sebesar

27,66 mg/100g setelah 3 bulan penyimpanan. Namun demikian perlakuan waktu pencelupan irisan buah selama 40 detik memberikan hasil yang lebih baik, dengan penurunan kandungan vitamin C terkecil selama penyimpanan.

Dalam pembekuan, pembentukan kristal mempunyai peranan yang sangat penting. Jumlah dan ukuran kristal es sangat mempengaruhi kualitas produk dan proses pembentukan inti kristal secara langsung dipengaruhi oleh ukuran kristal es. Pada pembekuan secara lambat, laju penguapan panas berjalan lambat sehingga inti kristal yang terbentuk sangat sedikit dan akan berkembang menjadi bentuk yang besar. Sebaliknya pada pembekuan cepat, laju penguapan panas berjalan cepat sehingga jumlah inti kristal yang terbentuk banyak dan kecil. Pada proses pembekuan pangan sangat diharapkan pembentukan kristal es yang semakin kecil dan terdistribusi merata (Khadatkar *et al.*, 2004). Tingginya kerusakan vitamin C pada irisan buah mangga Arumanis yang dibekukan selama 30 detik dapat disebabkan oleh belum optimalnya lama pembekuan sehingga pembentukan kristal es belum merata. Hal tersebut mendorong terjadinya oksidasi vitamin C. Adanya bagian daging buah mangga yang belum terbekukan menyebabkan adanya perbedaan suhu pada daging buah mangga tersebut sehingga memicu terjadinya reaksi oksidasi dan aktivitas enzim. Secara visual bagian daging buah mangga yang belum terbekukan memiliki warna yang lebih gelap akibat adanya peristiwa pencoklatan, sebagai indikasi adanya reaksi oksidasi dan aktifitas enzim.

Adanya proses *thawing* juga dapat menyebabkan rusaknya vitamin C. Perbedaan suhu penyimpanan dan *thawing* dapat menyebabkan rusaknya vitamin C karena adanya proses oksidasi. Vitamin C berbentuk L-askorbat dan teroksidasi menjadi L-dehidroaskorbat, dan keduanya masih mempunyai keaktifan sebagai vitamin C (Lee dan



Gambar 2. Irisan buah mangga Arumanis yang dibekukan secara cepat pada berbagai waktu pencelupan dalam nitrogen cair
Figure 2. Frozen sliced Arumanis mango in different time of dipping in liquid nitrogen

Tabel 1. Kandungan vitamin C (mg/100g) irisan buah mangga Arumanis yang dibekukan secara cepat
 Table 1. Vitamin content of quick frozen sliced Arumanis mango (mg/100g)

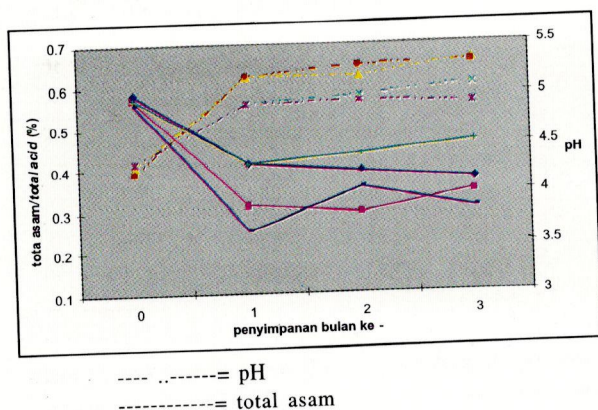
Waktu pencelupan (detik)/ Dipping time(second)	Kandungan Vitamin C (mg/100g) pada penyimpanan bulan/ Vitamin C content (mg/100g) at storage month			
	0	1	2	3
0	58,59c	57,99c	35,83b	24,01a
30	59,80c	51,50c	36,17ab	22,66a
40	57,27c	53,13c	31,11ab	27,66ab
50	58,88c	61,46c	32,69ab	27,66ab

Keterangan/Remark : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata menurut uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5% / Mean value with the same letters in columns and rows are not significantly different at 5% by DMRT

Kader 2000). Namun demikian, secara kimiawi L-dehidroaskorbat memiliki sifat yang lebih labil, sehingga dapat mengalami perubahan lebih lanjut menjadi L-diketogulonat yang tidak memiliki keaktifan vitamin C lagi. Perubahan fase air dari padat menjadi cair pada saat thawing juga menyebabkan vitamin C yang sangat mudah larut dalam air akan ikut hilang. Hal ini dijumpai juga pada penelitian yang dilakukan oleh Sahari et al. (2004), yang menyimpan buah strawberi beku selama tiga bulan. Ziena (2000) juga mengemukakan hal yang sama pada penyimpanan beku jus jeruk selama 1 bulan.

2. Total asam dan pH

Total asam dan pH dapat memberi gambaran keasaman dan perubahan mutu buah. Semakin tinggi total asam akan menyebabkan semakin tingginya derajat keasaman buah, yang ditandai dengan semakin rendahnya pH. Perubahan total asam dan pH disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perubahan total asam dan pH irisan beku buah mangga Arumanis

Figure 3. Changed of total acid and pH of frozen sliced Arumanis mango

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi waktu pencelupan dengan lama penyimpanan pada bulan ke-0 memiliki kandungan total asam yang tidak berbeda nyata, tetapi setelah penyimpanan 1-3 bulan terlihat penurunan kandungan total asam produk yang berbeda sangat nyata, bila dibandingkan dengan pada awal penyimpanan (0 bulan). Pada perlakuan waktu pencelupan selama 40 detik, tampak perubahan kandungan total asam produk relatif lebih stabil selama penyimpanan, dengan pH yang paling stabil pula (pH awal 4,3 dan akhir 4,9), bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Nilai pH tertinggi diperoleh dari interaksi waktu pencelupan 0 detik dan lama penyimpanan 3 bulan yaitu 5,33. Perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan irisan buah mangga Arumanis beku yang dibekukan selama 30 dan 50 detik. Perubahan total asam dan pH disebabkan oleh adanya perubahan kandungan asam-asam organik yang terkandung di dalam produk. Menurut Sahari et al. (2004) perubahan total asam dan pH dapat dipengaruhi oleh faktor lama penyimpanan, reaksi enzimatik dan perubahan mikrobiologis. Urbany dan Horti (1992) melaporkan bahwa metode pembekuan dapat mempengaruhi nilai pH. Hal yang sama juga disampaikan Sahari et al. (2004) yang melakukan pembekuan buah strawberry secara lambat, yaitu pada suhu -12°C, produk mengalami peningkatan nilai pH yang paling tinggi diatas 3,4 sehingga memacu kerusakan anthosianin pada buah tersebut.

3. Total Padatan Terlarut

Interaksi waktu pencelupan dalam nitrogen cair dan lama penyimpanan memberikan perbedaan pengaruh yang nyata terhadap total padatan terlarut irisan beku buah mangga Arumanis (Tabel 2.). Selama proses pembekuan

Tabel 2. Total padatan terlarut (TPT) irisan buah mangga Arumanis (°Brix) yang dibekukan secara cepat

Table 2. Total soluble solid of quick frozen sliced Arumanis mango (°Brix)

Waktu pencelupan (detik)/ Dipping time(seconds)	Total Padatan Terlarut (Brix) pada penyimpanan bulan ke: Total Soluble Solut (Brix) at storage month-			
	0	1	2	3
0	16,00ab	15,40ab	15,67ab	14,80ab
30	16,00ab	14,03a	14,63ab	14,2ab
40	16,20b	14,60ab	14,40ab	14,07ab
50	15,99b	15,40ab	14,60ab	14,13ab

Keterangan/Remark : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata menurut uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5% / Mean value with the same letters in columns and rows are not significantly

Tabel 3. Nilai H° dan C^* irisan buah mangga Arumanis yang dibekukan secara cepat
 Table 3. H° and C^* value of quick frozen sliced Arumanis mango

Waktu pencelupan (detik) <i>Dipping time</i> (seconds)	Penyimpanan (bulan) <i>Stored time(month)</i>							
	0		1		2		3	
	Hue (H°) <i>Hue (H°)</i>	Kroma <i>Chroma</i>	Hue (H°) <i>Hue (H°)</i>	Kroma <i>Chroma</i>	Hue (H°) <i>Hue (H°)</i>	Kroma <i>Chroma</i>	Hue (H°) <i>Hue (H°)</i>	Kroma <i>Chroma</i>
0	92,54fghi	77,62d	90,73d	67,48bcd	89,43c	76,02cd	83,27a	42,53a
30	91,89defgh	65,53d	91,38def	55,48b	93,91i	58,71b	83,60a	39,99a
40	92,65ghi	64,70bc	92,12efghi	55,71b	92,86hi	64,52bc	85,09b	39,57a
50	91,62defg	63,89bc	91,00de	66,58bcd	90,90de	66,63bcd	83,36a	37,66a

Keterangan/Remark : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata menurut uji DMRT (*Duncan*

Multiple Range Test) pada taraf 5% / Mean value with the same letters in columns and rows are not significantly different at 5% by DMRT

dan penyimpanan terjadi perubahan fisik dan kimia pada buah meliputi kehilangan air dan padatan terlarut (Chiralt *et al.*, 2001).

Selama penyimpanan, terlihat adanya penurunan kandungan TPT setelah disimpan selama 3 bulan. Penelitian yang dilakukan oleh Broto *et al.* (2002) juga menyatakan hal yang sama, bahwa terjadi penurunan total padatan terlarut irisan buah mangga gedong Gincu setelah disimpan selama 1 bulan. Hilangnya komponen-komponen zat gizi pada irisan buah mangga Arumanis beku pada proses pembekuan dan selama penyimpanan dapat menjadi penyebab menurunnya total padatan terlarut.

Selama penyimpanan, aktivitas biologis dan fisiologis masih berlangsung lambat. Hal ini menyebabkan hilangnya cadangan zat makanan dalam jaringan. Secara organoleptik, konsumen merespon peristiwa tersebut dengan adanya penurunan rasa dan nilai makanannya (Susanto, 1994).

Proses pembekuan dapat menyebabkan dehidrasi pada bahan pangan. Proses pembekuan sebagian dari fraksi air membeku di luar dan membentuk kristal es. Hal ini menyebabkan rusaknya integritas kompartemen antar sel, sehingga membran sel menjadi tidak permeabel. Pada pembekuan lambat, dehidrasi yang tinggi ditandai dengan banyaknya cairan yang keluar dari irisan buah mangga pada saat proses pencairan (*thawing*) produk dan terbentuknya lapisan es yang tebal pada permukaan irisan buah mangga. Banyaknya air yang hilang ini menyebabkan konsentrasi padatan terlarut pada irisan buah mangga yang dibekukan secara lambat menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan buah mangga yang dibekukan secara cepat. Selain itu, dehidrasi yang tinggi pada irisan buah mangga Arumanis yang dibekukan secara lambat ini juga menyebabkan tingginya kerusakan jaringan buah (Tregunno *et al.* (1996) dan Talen *et al.* (2003)).

B. Mutu Fisik

1. Nilai Hue (H°) dan $Chroma$ (C^*) dari Warna Irisan Buah

Nilai H° dan C^* adalah komposisi warna dari irisan beku buah mangga Arumanis, yang merupakan kombinasi dari indeks warna merah, kuning dan hijau dalam diagram kartesius (Anonymous, 2003). Nilai H° dan C^* pada irisan beku buah mangga Arumanis seperti disajikan pada Tabel 3.

Interaksi waktu pencelupan dengan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai *Hue* dan *Chroma* irisan beku buah mangga Arumanis. Interaksi waktu pencelupan selama 40 detik dan penyimpanan selama 3 bulan menampakkan nilai H° yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya. Dalam Diagram Kartesius (Anonymous, 2003), kisaran sudut H° antara 0° - 90° menunjukkan warna merah, orange dan kuning; sedangkan sudut 90° - 180° menunjukkan warna kuning, kuning-hijau dan hijau; sudut 180° - 270° menunjukkan warna hijau, cyans dan biru; 270° - 360° menunjukkan warna biru, ungu dan magenta; dan kembali lagi ke merah pada sudut 360° . Sedangkan nilai *chroma* merupakan komposisi indeks warna merah ($a > 0$), hijau ($a < 0$), kuning ($b > 0$) dan biru ($b < 0$).

Nilai *Hue* dan *Chroma* produk irisan beku buah mangga Arumanis terus menurun selama penyimpanan, dengan kisaran nilai indeks masing-masing antara $92,86^\circ$ - $83,27^\circ$ dan $77,62$ - $37,66$. Setelah penyimpanan 3 bulan, nilai *Chroma* produk antara $37,66$ - $42,53$ dengan sudut *Hue* antara $83,27^\circ$ - $85,09^\circ$ menampakkan sudut *Hue* yang paling besar ($85,09^\circ$), dengan perubahan nilai *Hue* yang terkecil selama penyimpanan. Pada komposisi ini ($H^\circ = 85,09^\circ$ dan $C^* = 39,57$) tampilan produk terlihat berwarna kuning lebih terang dari produk lainnya ($L^*C^*H^\circ$ colour system dalam *Chroma Meter Minolta CR 300/301*).

Tabel 4. Kecerahan irisan buah mangga Arumanis yang dibekukan secara cepat

Table 4. Brightness of quick frozen sliced Arumanis mango

Waktu pencelupan (detik) Dipping time(seconds)	Kecerahan pada penyimpanan bulan- Brightness at stored month-			
	0	1	2	3
0	78,02d	65,79c	64,01	56,35ab
30	64,88c	62,84bc	62,62abc	56,64ab
40	64,88c	63,06bc	62,51abc	56,62ab
50	64,24c	66,15c	64,24c	55,85a

Keterangan/Remark : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata menurut uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5% / Mean value with the same letters in columns and rows are not significantly different at 5% by DMRT

Fenomena perubahan warna ini mungkin disebabkan oleh reaksi pencoklatan secara enzimatis dan oksidatif. Penelitian yang dilakukan Calligaris *et al.* (2002) menunjukkan bahwa pada penyimpanan beku puree tomat (-7° dan -18°) aktivitas enzim lipoxygenase masih terus berlangsung, namun menurun secara drastis selama penyimpanan 4 bulan. Lisiewka dan Kmiecik (2000) juga memaparkan bahwa aktivitas enzim peroksidase, katalase dan lipase masih ditemukan pada irisan beku buah tomat yang disimpan pada suhu -20°C dan -30°C.

2. Kecerahan

Pengaruh interaksi waktu pencelupan dan lama penyimpanan irisan beku buah mangga Arumanis terhadap kecerahannya seperti disajikan pada Tabel 4.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi waktu pencelupan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kecerahan irisan beku buah mangga Arumanis. Tingkat kecerahan buah menampakkan gejala menurun selama penyimpanan. Pembekuan secara cepat selama 50 detik menunjukkan nilai kecerahan terendah setelah disimpan selama 3 bulan, yaitu 55,85. Menurunnya nilai kecerahan warna irisan beku buah mangga Arumanis selama penyimpanan. Menurunnya nilai kecerahan warna irisan beku buah mangga Arumanis selama penyimpanan dapat disebabkan oleh adanya reaksi enzimatis yang menyebabkan warnanya menjadi lebih gelap.

C. Mutu Sensori

Penilaian sensori dilakukan dengan menggunakan tes kesukaan (*hedonic test*) terhadap parameter rasa, warna, aroma, dan penampakan. Hasil uji organoleptik yang dilakukan setelah penyimpanan 3 bulan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian sensori irisan beku buah mangga Arumanis setelah 3 bulan penyimpanan

Table 5. Sensory scoring of frozen sliced Arumanis mango after storing for three month.

Waktu pencelupan (detik) Dipping time(seconds)	Nilai Scoring			
	Rasa Taste	Warna Color	Aroma Aroma	Penampakan Performance
0	3,3a	3,2a	3,3a	3,2a
30	3,5a	3,5a	3,0a	3,4a
40	3,5a	3,7a	3,0a	3,6a
50	3,7a	3,4a	3,4a	3,3a

Keterangan/Remark : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata menurut uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5% / Mean value with the same letters in columns and rows are not significantly different at 5% by DMRT

Dalam Tabel 5 terlihat bahwa secara umum panelis dapat menerima produk irisan beku buah mangga yang telah mengalami pembekuan dengan nitrogen cair. Respon berkisar antara 3,3–3,7 (tidak suka hingga agak suka)

Waktu pencelupan memberikan perbedaan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap penerimaan rasa, aroma dan penampakan irisan buah mangga Arumanis. Nilai tertinggi terhadap rasa dari irisan buah mangga Arumanis dengan waktu pencelupan selama 50 detik, yaitu 3,7.

Secara umum, panelis masih menyukai warna dari sampel irisan beku buah mangga Arumanis. Nilainya berkisar 3,2–3,7 (agak suka hingga suka). Respon tertinggi panelis diperoleh dari irisan buah mangga Arumanis yang dibekukan selama 40 detik, sedangkan respon terendah diperoleh dari irisan buah mangga Arumanis yang dibekukan secara lambat. Rendahnya nilai warna pada irisan buah mangga Arumanis yang dibekukan secara lambat berkaitan dengan lambatnya proses pembekuan, yang menyebabkan aktifitas enzim pada bahan, sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan warna menjadi lebih gelap. Pada produk buah dan sayuran yang dibekukan, perubahan warna berhubungan dengan tiga hal yang berkaitan dengan mekanisme biokimia atau fisokimia yaitu (1) perubahan pigmen alami dari jaringan buah dan sayur (klorofil, antosianin dan karotenoid), (2) perubahan karena pencoklatan enzimatis dan (3) pecahnya jaringan sel kloroplas dan kromoplas dan (4) adanya reaksi oksidatif (Cano, 1996). Pada produk irisan beku buah mangga, perubahan warna yang terjadi mungkin disebabkan oleh reaksi pencoklatan enzimatis dan oksidatif, yang tampak pada warna produk menjadi lebih gelap. Penilaian panelis terhadap kesukaan warna irisan beku buah mangga Arumanis sejalan dengan adanya perubahan nilai kecerahan, perubahan nilai H° dan C*.

Tabel 6. Total Plate Count (TPC) irisan beku buah mangga Arumanis setelah disimpan selama 3 bulan

Table 6. Total plate count of frozen sliced Arumanis mango after storing for three month

Waktu pencelupan (detik) Dipping time(seconds)	Total Mikroba (koloni/ml) Total Plate Count (coloni/ml)
0	8200a
30	14000a
40	250a
50	1900a

Keterangan/Remark : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata menurut uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5% / Mean value with the same letters in columns and rows are not significantly different at 5% by DMRT

Aroma irisan beku buah mangga Arumanis masih dapat diterima oleh panelis dengan kisaran nilai 3-3,4 (agak suka). Nilai tertinggi diperoleh dari sampel yang dibekukan secara cepat selama 50 detik., sedangkan nilai terendah yaitu sampel yang dibekukan selama 30 detik dan 40 detik. Proses pembekuan akan mempengaruhi flavour dan aroma produk. Penurunan aroma dapat dikarenakan proses dekomposisi yang berjalan lebih cepat ataupun terjadinya proses difusi ester. Dehidrasi yang terjadi pada pembekuan buah kiwi menyebabkan perubahan formasi senyawa ester dan penurunan senyawa aldehid serta alkohol, sehingga terjadi perubahan profil komponen folatil (Talens et al., 2003). Menurut Young dan Paterson (1985) perubahan komponen folatil pada dehidrasi buah kiwi memiliki kesamaan dengan perubahan karena proses pematangan, yaitu penurunan senyawa aldehid (trans-2-hexenal) dan peningkatan beberapa senyawa ester. Pembekuan pada buah strawberry mengakibatkan penurunan aroma dan terjadi *off flavour* (Deng dan Ueda, 1993)

Penampakan dari produk irisan buah mangga Arumanis beku masih disukai oleh panelis dengan kisaran nilai 3,2-3,6 (agak suka). Respon terendah pada perlakuan yang dibekukan secara lambat (3,2) dan respon tertinggi pada perlakuan pembekuan selama 40 detik (3,6). Secara umum penampakan dari produk masih cukup baik dan belum memperlihatkan kerusakan yang berarti.

Berdasarkan penilaian secara keseluruhan terhadap parameter mutu sensori, produk irisan beku buah mangga Arumanis dengan waktu pencelupan ke dalam nitrogen cair selama 40 detik dan 50 detik memiliki respon penerimaan terbaik.

D. Analisis Mikrobiologi Produk Irisan Beku Buah Mangga Arumanis

Hasil analisis mikrobiologi irisan beku buah mangga Arumanis pada Tabel 6. menunjukkan bahwa total mikroba masih jauh dibawah standar (terhadap standar produk

sayuran beku). Standar sayuran beku, nilai TPC yang disyaratkan minimal adalah 100.000 koloni/ml.

Beberapa mikroorganisme yang tumbuh pada suhu rendah, seperti jamur *Cladosporium* dan *Sporotrichum* mampu tumbuh pada suhu -6,7°C sedangkan *Penicillium* dan *Monilia* tumbuh pada suhu -4°C. Selain itu ada beberapa khamir yang tumbuh pada suhu -34°C (Kumalaningsih dan Hidayat, 1995). Kontaminasi *Listeria monocytogenes* pada dada ayam, daging, bayam, keju, dan ikan menurun hingga 1×10^0 setelah penyimpanan pada -18° C selama 240-300 hari. Selain *L. monocytogenes*, mikrobia yang tahan pada suhu beku yaitu *Bifidobacterium bifidum* pada suhu -25°C (Kebary, 1996) dan *Lactobacillus acidophilus* pada suhu -30°C (Foschino et al., 1992 ; Gianfranceschi dan Aurelli, 1996).

Defrosting juga sangat mempengaruhi dalam kehidupan mikroba. Penghangatan dalam waktu yang cepat akan membunuh mikroba. Selain itu pendinginan sel secara cepat dari suhu optimal ke suhu rendah dapat juga mengakibatkan kematian mikroba. Hal ini dikenal sebagai *cold shock*. Ini berkaitan dengan berubahnya lipid dalam membran sehingga merusak permeabilitas sel atau menyebabkan penghambat enzim seperti penghambat ribonuklease (Kumalaningsih dan Hidayat, 1995).

KESIMPULAN

Waktu pencelupan dalam nitrogen cair dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap karakteristik mutu irisan beku buah mangga Arumanis. Waktu pencelupan selama 40 detik memberikan karakteristik mutu yang terbaik setelah irisan beku buah mangga Arumanis disimpan selama 3 bulan, yaitu dengan pH 4,9, TPT 14,07 °Brix, vitamin C 27,66 mg/100g, total asam 0,46%, dan warna kuning dengan nilai kecerahan 56,62, Hue 85,09, Chroma 39,57 dan secara sensori rasa, aroma dan warna produk masih disukai oleh panelis. Kandungan TPC produk setelah 3 bulan penyimpanan hanya sebesar 250 koloni/ml, jauh di bawah standar yang disyaratkan (100.000 koloni/ml).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2003. The principles of use of a spectrophotometer and its application in the measurement of dental shades. <http://www.vident.com>.
- Anonymous, 2007. Mentan panen mangga dan anggur di Probolinggo. Direktorat Budidaya Tanaman Buah. <http://www.hortikultura.deptan.go.id> (25 April 2008).
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). 1995. Official methods of analysis af the association of official analytical chemistry. Washington, DC:AOAC, Int.

- Broto, W., Sabari, S.D., Widiatmoko, Dondy ASB dan Yulianingsih. 2002. Pembekuan Cepat buah mangga gedong dan karakteristik mutunya selama penyimpanan beku. *Jurnal Hortikultura* 12:2
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet and M. Wooton. 1987. Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. UI Press, Jakarta.
- Calligaris, S., P. Falcone and Anese. 2002. Color changes of tomato purees during storage at freezing temperatures. *Journal of Food Science* 67 (6):2432-2435.
- Cano MP., 1996. Vegetables, Freezing Effect on Food Quality (L.E. Jeremiah edition). Marcell Dekker. New York
- Chiralt A., N. Martinez-Navarrete, J. Martinez-Monzo, P. Talens, G. Moraga, A. Ayala, and P. Fito. 2001. Changes in mechanical properties throughout osmotic processes Cryoprotectant effect. *Journal of food Engineering* 49:129-135.
- Deng H and Ueda Y. 1993. Effect of freezing methods and storage temperature on flavour stability and ester contents of frozen strawberries. *J.Jpn. Soc.Hort.Sci* 62:633.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. PAU Pangan dan Gizi IPB. PT Gramedia Utama, Jakarta.
- Foschino R., C. Beretta and G. Ottogalli. 1992. Study of optimal conditions in freezing and thawing for thermophilic lactic cultures. *Ind. Latte* 28:49
- Gianfranceschi, M and Aurelli P. 1996. Freezing and frozen storage on the survival of *Listeria monocytogenes* in different foods. *Ital. Journal Food Science* 8:303.
- Khadatkar R.M., S. Kumar and S.C. Pattanayak. 2004. Cryofreezing and cryofreezer. *Cryogenics* 44: 661-678.
- Kebary, KMK. 1996. Viability of *Bifidobacterium bifidum* and its effect on quality of strawberries by freezing and freeze storage. *Rep. Natl. Food Res. Inst* 52 „18
- Kumalaningsih S dan Hidayat, N. 1995. Mikrobiologi Hasil Pertanian. IKIP Malang.
- Lee Seung K and Adel A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factor influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20: 207-220.
- Lisiewka Z and Kmiecik W. 2000. Effect of storage period and temperature on chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes. *Food Chem* 70:167-173.
- Sahari M. A., Mohsen Boostani F., and Zohreh Hamidi E. 2004. Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. *Journal of Food Chemistry* 86:357-363.
- Susanto T. 1994. Fisiologi dan Teknologi Pascapanen. Penerbit Akademika Yogyakarta.
- Talens P., I. Escriche, N. Martinez-Navarret, A. Chiralt. 2003. Influence of osmotic dehydration and freezing on the volatile profile of Kiwi fruit. *Food Research International* 36:635-642.
- Tressler, D. K. 1968. The Freezing Preservation of Foods. The Avi Publishing Company, Inc.
- Urbany, G.Y. and Horti, K. 1992. Change of surface colour of the fruit and of the anthocyanin content of sour cherries during frozen storage. *Acta Alimentaria*, 21, 3-4.
- Young H and Paterson, V.J. 1985. The effect of harvest maturity, ripeness and storage on kiwi fruit. *Journal of Science of Food and Agriculture* 36:352-358.
- Ziena H.M.S. 2000. Quality attributes of Bearss Seedless lime (*Citrus latifolia* Tan) juice during storage. *Food Chemistry* 71:167-172.