

PEMBEKUAN CEPAT *PUREE* MANGGA ARUMANIS DAN KARAKTERISTIKNYA SELAMA PENYIMPANAN

K.T. Dewandari, I. Mulyawanti dan D. Amiarsi

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapenen Pertanian
Jl.Tentara Pelajar No. 12 A, Bogor. E-mail : bb_pascapenen@litbang.deptan.go.id

Mangga merupakan buah tropika di Indonesia yang tinggi produksinya, mencapai 1.621.997 ton pada tahun 2006. Pada saat musim puncak dan berlimpah, buah mangga mengalami penurunan harga yang sangat drastis. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan pengolahan buah mangga menjadi produk antara, seperti *puree*. *Puree* mangga dapat digunakan sebagai bahan baku sirup, jeli, permen, dodol, dan lain-lain. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik *puree* beku yang dibekukan dan dikemas dengan plastik PE selama penyimpanan 6 bulan pada suhu beku. Rancangan yang digunakan adalah acak lengkap dengan 2 faktor, yaitu ketebalan plastik (0,04mm dan 0,06mm) dan lama pencelupan (50, 60 dan 70 detik) dengan 4 kali ulangan. Buah mangga Arumanis matang, dipilih yang bagus dan tidak cacat, kemudian dicuci dan dikupas. Daging mangga dihancurkan dengan *pulper* dan dikemas dengan plastik PE isi 250g/sampel. Sampel kemudian dibekukan dengan nitrogen cair. Sampel *puree* beku kemudian disimpan pada suhu -30°C selama 6 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama penyimpanan terjadi perubahan sifat fisik dan kimia *puree*, yaitu terjadi penurunan total padatan terlarut, pH, vitamin C, kekentalan, dan kecerahan, sedangkan total asam dan Hue mengalami peningkatan. Sifat fisik dan kimia terbaik pada akhir penyimpanan bulan ke-6 adalah lama pencelupan 70 detik dan ketebalan plastik 0,06 mm dengan karakteristik TPT 14,1 $^{\circ}$ brix, pH 4,1, vitamin C 31,82mg/100g, total asam 0,57%, kekentalan 1600 cps, kecerahan 54,18, Hue $^{\circ}$ 98, dan total mikroba $1,6 \times 10^3$. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar, baik mutu maupun karakteristik *puree* beku untuk pembekuan cepat.

Katakunci: buah mangga, *puree*, pembekuan cepat, penyimpanan, kualitas

ABSTRACT. K.T. Dewandari, I. Mulyawanti and Dwi Amiarsi. 2009. Cryogenic freezing of mango puree cv. Arumanis and its characteristic during storage. Mango is one of tropical fruit in Indonesia that is high in national production, reached 1.621.997 tonnes in 2006. At the peak season, mango price decreased drastically. To overcome this problem, mango fruit can be processed to become an intermediate products, such as puree. Puree mango can be used as raw material for syrup, jelly, confectionary, jam, and others. The objective of the research is to know the characteristic and quality of mango puree during 6 month freezed storage. The experimental design was CRD with two factors, of plastic thickness (0.04mm and 0.06mm) and freezing time (50, 60 and 70 seconds) and 4 replicates. This research using good quality and no defect ripe mango cv. Arumanis then cleaned and peeled. Mango sliced pulped using pulper and packed in plastic polyethylene bag of each of 250g/sample. Mango puree in liquid nitrogen. Freezed, mango puree was stored in freezer temperature set -30°C for 6 months. The results showed that during storage, chemical and physical characteristic of mango puree decreased, i.e Soluble solid, pH, vitamin C, viscosity, and lightness. On the other hand, total acid and hue were increased. The best treatment is time of deeping 70 seconds and using plastic thickness 0.06mm with characteristics, of TPT 4.1 $^{\circ}$ brix, pH 4.1, vitamin C 31.82 mg/100g, total acid 0.57%, viscosity 1600 cps, lightness 54.18, Hue $^{\circ}$ 98 and total plate count 1.6×10^3 . Results of this study provided a recommendation based on both quality and appropriate characters for producing quick frozen puree.

Keywords: mango fruit, puree, quick freezing, storage, quality

PENDAHULUAN

Produksi mangga di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2006, produksinya mencapai 1.621.997 ton dengan luas panen 195.503 hektar (Anonymous, 2008a). Hal ini menjadi potensi sebagai bahan baku olahan yang sangat besar untuk dikembangkan. Produksi mangga tersebut bersifat musiman, yakni pada saat panen raya buah melimpah tetapi pada saat musim berlalu, buah menjadi langka, menjadikan harga buah mangga menjadi sangat fluktuatif. Pada saat panen raya, harga buah mangga bahkan bisa mencapai Rp.1000 per kg di sentra

produksi, tetapi pada saat di luar musim, harga bisa mencapai Rp 20.000 per kg.

Pada saat musim panen raya, banyak ditemukan buah mangga yang kecil dan bentuknya tidak normal atau disebut buah *off grade*. Buah seperti ini masih memiliki nilai karena dapat dipergunakan sebagai bahan baku untuk sirup, jeli, selai, dodol, *puree*, dan sebagai bahan baku industri olahan. *Puree* adalah produk antara yang dapat diolah lebih lanjut menjadi aneka produk makanan dan minuman seperti jus, jelly, dodol dan es krim. Hancuran daging buah mangga kaya akan gizi, mengandung berbagai vitamin dan mineral (Setyadjit *et al.*, 2005).

Namun, karena kaya nutrisi, produk tersebut sangat disukai oleh mikroorganisme sebagai tempat hidupnya. Oleh karena itu, *puree* harus diawetkan untuk memperpanjang umur simpannya. Salah satu cara pengawetan yang sesuai untuk *puree* adalah pembekuan.

Pembekuan merupakan salah satu cara untuk mengantisipasi kerusakan buah mangga, sehingga memiliki umur simpan yang lebih lama. Teknologi ini cukup sederhana dan tidak menyita waktu serta dapat menghambat pertumbuhan bakteri, kapang maupun jamur pada produk pangan, yang mempercepat proses kebusukan. Dengan pembekuan, makanan akan lebih awet karena aktivitas mikroba terhenti dan aktivitas enzim juga terhambat. Dibandingkan dengan pengalengan, teknologi pembekuan lebih dapat mempertahankan kandungan nutrisi pada bahan pangan apabila dilakukan dengan benar (Desrosier, 1988).

Teknologi pembekuan cepat dengan menggunakan nitrogen cair, merupakan salah satu metode pembekuan yang memerlukan waktu relatif singkat. Dengan titik didihnya yang mencapai suhu $-195,8^{\circ}\text{C}$, nitrogen cair mempunyai kemampuan membekukan bahan organik relatif lebih efektif dibandingkan dengan pendingin berbahan amoniak maupun freon (Xu, 2001). Pembekuan dengan metode ini akan menghasilkan kristal es kecil yang menyebar merata pada bahan pangan (Rahman, 1999). Pembekuan cepat dengan nitrogen cair ada 2 metode, yaitu kontak langsung dan kontak tidak langsung. Pembekuan dengan nitrogen kontak langsung meliputi pencelupan dan penyemprotan. Pencelupan langsung suatu partikel bahan pangan dalam suatu zat pendingin cair merupakan metode pembekuan bahan pangan yang paling cepat (Desrosier, 1988). Selama ini, pembekuan menggunakan *airblast freezing*, menyebabkan kehilangan berat hingga lebih dari 4% tetapi dengan metode *cryogenic freezing* kehilangan dapat ditekan hingga kurang atau sama dengan 0,5% (Khadatkar et al., 2004).

Pembekuan dengan nitrogen cair pada beberapa tingkatan pernah dilakukan untuk jus ceri dan apricot, di mana dengan pembekuan ini sifat fisikokimia bahan dapat dipertahankan (Aider dan Halleux, 2008). Penelitian perubahan vitamin C pada pembekuan jus jeruk menunjukkan kehilangan vitamin C tidak berkaitan dengan penambahan asam askorbat (Choi et al., 2002). Sedangkan perubahan warna pada *puree* tomat yang dibekukan, berkaitan dengan aktivitas enzim lipoxigenase (Calligaris et al., 2002). Daya tahan produk beku selama penyimpanan sangat bervariasi. Pada jus jeruk, produk masih bagus hingga 7 minggu dengan kandungan vitamin C yang mengalami penurunan hingga 50% di akhir penyimpanan, sedangkan pada *puree* tomat dapat bertahan hingga 5

bulan penyimpanan dengan parameter warna yang masih bagus (Calligaris et al., 2002).

Pengemasan merupakan salah satu cara memberikan kondisi yang tepat bagi pangan untuk mempertahankan mutunya dalam jangka waktu yang diinginkan. Fungsi utama pengemasan, antara lain menjaga produk pangan akibat kontaminasi, melindungi pangan terhadap kerusakan fisik, dan menghambat kerusakan mutu (Evahelda et al., 2002). Penggunaan plastik sebagai pengemas untuk melindungi produk terhadap cahaya, udara atau oksigen, perpindahan panas, kontaminasi, dan kontak dengan bahan-bahan kimia. Plastik juga dapat mengurangi kecenderungan bahan pangan kehilangan sejumlah air dan lemak.

Plastik polietilen dibuat dengan proses polimerisasi adisi dari gas etilen yang diperoleh dari hasil samping industri arang dan minyak. Polietilen merupakan jenis plastik yang paling banyak digunakan dalam industri karena sifat-sifatnya yang mudah dibentuk, tahan terhadap berbagai bahan kimia, penampakannya jernih, dan mudah digunakan sebagai laminasi. Polimerisasi etilen dapat terjadi pada rentang suhu dan tekanan tinggi, suhu di atas 350°C akan menyebabkan kerusakan dan degradasi polietilen. Sifat-sifat plastik polietilen meliputi mudah dibentuk, lemas dan mudah ditarik, daya rentang tinggi tanpa sobek, meleleh pada suhu 1200°C sehingga banyak digunakan sebagai laminasi dengan bahan lain, tidak cocok untuk mengemas bahan yang mengandung lemak dan minyak, tidak cocok untuk mengemas produk beraroma karena transmisi gas cukup tinggi, tahan terhadap asam, basa, alkohol, larutan inorganik dan deterjen, dapat digunakan untuk menyimpan bahan pada suhu pembekuan, dan kedap air dan uap air (Robertson, 2006).

Beberapa industri minuman di luar negeri sudah menerapkan penggunaan nitrogen cair untuk pengawetan sejak tahun 1990-an. Suntory, sebuah perusahaan minuman di Jepang menggunakan metode *cryogenic* sebagai metode baru untuk produksi minuman sehingga kualitas kesegaran minuman terjaga. Dalam kondisi suhu -195°C buah dihancurkan menjadi tepung kemudian dibuat minuman (Sopian, 2005). Perkembangan produksi pangan cepat beku telah menjadi perhatian organisasi standardisasi pangan internasional Codex Alimentarius Commission (CAC) (Anonymous, 2008b). Pembekuan dengan nitrogen cair lebih efektif tetapi juga membutuhkan investasi yang besar.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas *puree* mangga yang dikemas dengan plastik polietilen (PE) dan dibekukan dengan nitrogen cair selama penyimpanan 6 bulan pada suhu beku.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah buah mangga cv. Arumanis yang diperoleh dari petani di Kabupaten Cirebon dan sekitarnya, dengan tingkat kematangan optimal (90%), nitrogen cair, serta plastik PE 0,04 mm dan 0,06 mm. Nitrogen cair diperoleh dari PT. Aneka Gas. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cryocane*, baskom, pisau, jaring pencelup, blender, sealer serta peralatan untuk analisis, seperti hand refraktometer, pH meter dan viscosimeter.

B. Metode

Penelitian dilaksanakan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian pada bulan Juni hingga Desember 2007. Mangga cv. Arumanis disortasi, dipilih yang tidak cacat dengan kematangan 90%. Kemudian dicuci, dikupas, diiris dan diblender hingga halus. *Puree* mangga dikemas dengan menggunakan plastik PE dengan berat tiap sampel 250 g dan dibekukan menggunakan nitrogen cair selama 0, 50, 60 dan 70 detik. *Puree* yang sudah dikemas diletakkan pada jaring *stainless steel* kemudian dicelupkan ke dalam nitrogen cair. *Puree* beku disimpan dalam *freezer* pada suhu -30°C selama 6 bulan.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah acak lengkap dengan 2 faktor, yaitu ketebalan plastik pengemas (0,04 dan 0,06 mm) dan lama pencelupan (0, 50, 60 dan 70 detik) dengan 4 kali ulangan. Dari kedua faktor tersebut diperoleh kombinasi perlakuan yaitu :

L0P1	: Lama pencelupan 0 detik dan ketebalan plastik 0,04 mm
L0P2	: Lama pencelupan 0 detik dan ketebalan plastik 0,06 mm
L1P1	: Lama pencelupan 50 detik dan ketebalan plastik 0,04 mm
L2P2	: Lama pencelupan 50 detik dan ketebalan plastik 0,06 mm
L3P1	: Lama pencelupan 60 detik dan ketebalan plastik 0,04 mm
L3P2	: Lama pencelupan 60 detik dan ketebalan plastik 0,06 mm
L4P1	: Lama pencelupan 70 detik dan ketebalan plastik 0,04 mm
L4P2	: Lama pencelupan 70 detik dan ketebalan plastik 0,06 mm

Puree beku yang dihasilkan kemudian dianalisis sifat fisik, kimia dan organoleptik. Analisis mikrobiologi dilakukan pada akhir penyimpanan. Sebelum dianalisis, *puree* dicairkan (*thawing*) menggunakan oven microwave dengan suhu 36°C . Sifat fisik dan kimia meliputi total padatan terlarut (*hand refraktometer*), pH (pH meter), vitamin C, total asam (metode titrasi, AOAC, 1992), viskositas (*viscometer*), dan warna (*chromameter*). Mutu organoleptik (*hedonic test*) dengan skoring, yaitu 1=sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=netral, 4=suka, 5=sangat suka. Mutu mikrobiologi dengan menghitung total mikroba dengan metode *total plate count* (Fardiaz, 1992). Pengamatan dilakukan dengan selang 0, 2, 4 dan 6 bulan. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan metode ANOVA dan uji perbedaan dengan Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Total Padatan Terlarut (TPT)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama penyimpanan 6 bulan, total padatan terlarut cenderung menurun. Penurunan nilai TPT sejalan dengan lamanya waktu penyimpanan. Penurunan total padatan terlarut dimungkinkan karena pada produk beku telah terjadi kehilangan komponen-komponen zat gizi selama proses pembekuan dan juga pada saat penyimpanan. Selain itu dimungkinkan karena terjadi proses dehidrasi dan dimungkinkan kandungan gula mengalami penurunan sehingga nilai TPT juga menurun. Selama pembekuan, terjadi penurunan minimal kandungan TPT (Bartolome *et al.*, 1995). Dari analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata pada bulan ke 4 dan ke 6. Total padatan terlarut *puree* mangga Arumanis beku disajikan pada Tabel 1.

Secara umum, penurunan nilai TPT berkisar antara 1,2-2,9% brix. Selain itu penurunan nilai TPT juga terjadi karena selama penyimpanan terjadi aktivitas enzim dan mikroba tahan suhu beku yang merusak dan menguraikan zat-zat gizi sehingga mengakibatkan penurunan total padatan terlarut (Kumalaningsih dan Hidayat, 1995). Pada penelitian ini, produk *puree* mangga dengan kandungan TPT yang berkisar antara 12,9 hingga 15,8 masih bagus dan secara organoleptik masih dapat diterima konsumen.

B. pH

Nilai pH *puree* beku berkisar antara 4 hingga 4,7. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata pada nilai pH *puree* pada bulan ke 2 dan ke 4 (Tabel 2).

Selama penyimpanan, pH *puree* beku cenderung menurun. Penurunan pH diduga berkaitan dengan aktivitas mikroba yang menghasilkan asam. Penurunan nilai pH berkorelasi dengan penurunan vitamin C, di mana keasaman mangga dipengaruhi dengan kandungan asam askorbat. Selain itu, perubahan pH juga dipengaruhi oleh lama penyimpanan, reaksi enzimatik, dan perubahan mikrobial. Perbedaan ukuran dan jenis kristal es yang terbentuk dapat menjadi penyebab perbedaan konsentrasi ion hidrogen sehingga perubahan pH (Sahari *et al.*, 2004). Pada penelitian Aider dan Halleux (2008), kandungan pH jus ceri dan aprikot yang dibekukan dengan nitrogen cair menunjukkan bahwa selama penyimpanan juga mengalami penurunan dengan nilai berkisar antara 3,21 hingga 3,51.

C. Vitamin C

Selama penyimpanan, kandungan vitamin C *puree* beku mengalami penurunan. Selama penyimpanan dalam keadaan beku, kehilangan vitamin C akan terus

Tabel 1. Total padatan terlarut puree mangga beku
Table 1. Total soluble solid of frozen mango puree

Lama Pencelupan dan Ketebalan Plastik/ Dipping time and plastic thickness	Total padatan terlarut (^o Brix)/ Total soluble solid (^o brix)			
	Penyimpanan (bulan)/ Storage (Month)			
	0	2	4	6
0 detik PE 0,04 mm	15,5 ab	14,6 a	14,5 c	13,9 d
0 detik PE 0,06 mm	15,3 a	15,1 a	14,9 d	14,1 e
50 detik PE 0,04 mm	15,6 ab	14 a	14 a	13,5 c
50 detik PE 0,06 mm	15,6 ab	14,9 a	14,9 d	13,5 c
60 detik PE 0,04 mm	15,5 ab	14,2 a	14,2 b	13 ab
60 detik PE 0,06 mm	15,7 b	14,6 a	14,6 c	14,1 e
70 detik PE 0,04 mm	15,8 b	14 a	14 a	12,9 a
70 detik PE 0,06 mm	15,7 b	14,7 a	14,7 c	14,1 e

Keterangan/Remarks: angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$
/numbers designated by same letters in the same coloumn are not significantly different at $\alpha=5\%$

berlangsung (Lee, 1999). Dalam bahan pangan beku, kehilangan yang lebih besar dijumpai terutama pada vitamin C daripada vitamin yang lain (Aider dan Halleux, 2008). Kehilangan vitamin juga terjadi pada penyimpanan beku jus jeruk. Menurut Ziena (2000), jus jeruk yang disimpan selama 1 bulan mengalami kehilangan vitamin C sebanyak 1,4%. Kadar vitamin C dalam puree beku dapat dilihat pada Tabel 3. Pada penelitian ini kadar vitamin C di akhir penyimpanan berkisar antara 25,17 hingga 31,82mg/100g.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan memberikan pengaruh nyata pada vitamin C puree mangga beku selama penyimpanan. Secara umum, kehilangan vitamin C berkisar antara 4,02-11,71 mg/100g. Kehilangan vitamin C tertinggi terjadi pada puree yang dikemas dalam plastik PE 0,04 mm dengan lama pencelupan 0 detik (secara mekanis). Sedangkan kehilangan vitamin C terendah terjadi pada puree yang dibekukan selama 50 detik dengan plastik pengemas PE 0,06 mm. Kehilangan vitamin C dimungkinkan karena selama penyimpanan terjadi oksidasi sehingga menurunkan vitamin C. Oksidasi kemungkinan terjadi karena adanya udara yang masuk melalui pori-pori pengemas. Pada pengemas PE, transmisi gas masih dimungkinkan (Robertson, 1993).

Total asam puree beku meningkat selama penyimpanan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Aider dan Halleux (2008) dan Ziena (2000). Peningkatan total asam dimungkinkan karena adanya pertumbuhan bakteri. Peningkatan total asam yang biasa terjadi pada produk olahan sayur dan buah karena adanya aktivitas bakteri pemecah gula yang menghasilkan asam, di antaranya *Bacillus*, *Clostridium*, *Propionibacterium*, dan *Acetobacter* (Kumalaningsih dan Hidayat, 1992). Total asam puree mangga Arumanis beku disajikan pada Tabel

Tabel 2. Nilai pH puree mangga beku
Table 2. pH of value frozen mango puree

Lama pencelupan dan ketebalan plastic/ Dipping time and plastic thickness	Nilai pH pH value			
	Penyimpanan (bulan) Storage (month)			
	0	2	4	6
0 detik PE 0,04 mm	4,6 a	4,45 ab	4 b	4 ab
0 detik PE 0,06 mm	4,6 a	4,55 c	4,1 c	4,1 b
50 detik PE 0,04 mm	4,7 a	4,45 a	4,1 c	4,1 b
50 detik PE 0,06 mm	4,7 a	4,5 abc	4,1 c	4,1 b
60 detik PE 0,04 mm	4,7 a	4,45 a	4,1 c	4,1 b
60 detik PE 0,06 mm	4,7 a	4,45 a	4,1 c	4,1 b
70 detik PE 0,04 mm	4,6 a	4,6 c	3,9 a	3,9 a
70 detik PE 0,06 mm	4,7 a	4,55 c	4,1 c	4,1 b

Keterangan/remarks: angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$
/numbers designated by same letters in the same coloumn are not significantly different at $\alpha=5\%$

4. Waktu penyimpanan, proses enzimatis serta aktivitas mikroba memberikan pengaruh pada pH yang merupakan salah satu parameter kualitas produk buah (Sahari et al., 2004)

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi perlakuan memberikan pengaruh nyata pada total asam puree mangga Arumanis beku. Adanya kehilangan vitamin C atau asam-asam organik seperti asam malat dan asam sitrat, dapat menjadi penyebab dalam perubahan total asam tertitrisasi puree mangga Arumanis.

E. Kekentalan

Kekentalan merupakan salah satu sifat reologi yang amat penting pada kebanyakan produk karena dapat dijadikan petunjuk adanya penyimpangan atau kerusakan. Semakin lama waktu penyimpanan, kekentalan puree menurun tetapi penurunan tidak terlalu besar. Puree mangga Arumanis yang dibekukan selama 60 detik dan dikemas dengan plastik PE 0,06 mm memiliki nilai kekentalan tertinggi (1765 cps) setelah disimpan 6 bulan. Sedangkan puree yang dibekukan selama 70 detik dengan dikemas dalam plastik PE 0,04 mm memiliki nilai kekentalan terendah.

Tabel 3. Vitamin C puree mangga beku
Table 3. Vitamin C frozen mango puree

Lama pencelupan dan ketebalan plastic/ Time of dipping and plastic thickness	Vitamin C (mg/100 g) Vitamin C (mg/100g)			
	Penyimpanan (bulan) Storage (month)			
	0	2	4	6
0 detik PE 0,04 mm	36,92 d	30,69 c	26,39 a	25,21 a
0 detik PE 0,06 mm	32,91 a	31,52 d	29,02 c	25,7 a
50 detik PE 0,04 mm	34,84 bc	33,38 f	30,85 d	26,88 b
50 detik PE 0,06 mm	33,05 a	34,19 g	33,48 e	27,63 c
60 detik PE 0,04 mm	34,36 b	29,31 b	31,01 d	28,98 d
60 detik PE 0,06 mm	37,08 d	33,32 f	31,25 d	28,69 d
70 detik PE 0,04 mm	32,24 a	27,08 a	27,73 b	25,17 a
70 detik PE 0,06 mm	35,84 cd	32,50 e	30,81 d	31,82 e

Keterangan/Remarks: angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$
/numbers designated by same letters in the same coloumn are not significantly different at $\alpha=5\%$

Tabel 4. Total asam puree mangga beku
Table 4. Total acid frozen mango puree

Lama pencelupan dan/ ketebalan plastik/ Dipping time and/ plastic thickness	Total asam (%) Acidity (%)			
	Penyimpanan (bulan) Storage (month)			
	0	2	4	6
0 detik PE 0,04 mm	0,47 bc	0,52 b	0,54 abc	0,59 c
0 detik PE 0,06 mm	0,44 abc	0,47 ab	0,50 abc	0,60 c
50 detik PE 0,04 mm	0,45 abc	0,45 a	0,58 c	0,59 c
50 detik PE 0,06 mm	0,44 abc	0,45 a	0,47 ab	0,56 ab
60 detik PE 0,04 mm	0,48 bc	0,49 ab	0,51 abc	0,53 a
60 detik PE 0,06 mm	0,41 ab	0,45 a	0,45 a	0,57 bc
70 detik PE 0,04 mm	0,49 c	0,50 ab	0,56 bc	0,55 a
70 detik PE 0,06 mm	0,40 a	0,46 a	0,49 ab	0,57 bc

Keterangan/Remarks: angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$ /numbers designated by same letters in the same column are not significantly different at $\alpha=5\%$

Menurunnya kekentalan puree dimungkinkan karena hilangnya pektin pada puree (Will *et al.*, 2008). Kekentalan jus serta konsentrat berkaitan dengan kandungan pektin dan konsentrasi gula (Magerramov *et al.*, 2007). Penurunan kekentalan puree dapat juga dikarenakan air terikat yang berada dalam jaringan karena adanya proses pembekuan dan thawing membuat jaringan rusak sehingga air keluar dari jaringan dan mengakibatkan penurunan kekentalan (Desrosier, 1992). Kekentalan puree mangga Arumanis yang telah dibekukan disajikan pada Tabel 5.

F. Kecerahan

Hasil pengukuran dengan Chromameter menunjukkan bahwa nilai kecerahan puree mangga Arumanis cenderung menurun setelah disimpan selama 6 bulan.

Selama penyimpanan warna puree mangga Arumanis semakin gelap atau kecerahan puree menurun.

Tabel 5. Kekentalan puree mangga beku
Table 5. Viscosity of frozen mango puree

Lama pencelupan dan/ ketebalan plastik/ Dipping time and/ plastic thickness	Kekentalan (cps)/ Viscosity (cps)			
	Penyimpanan (bulan)/ Storage (month)			
	0	2	4	6
0 detik PE 0,04 mm	1635 a	1635 a	1600 b	1570 c
0 detik PE 0,06 mm	1650 a	1645 a	1640 b	1635 d
50 detik PE 0,04 mm	1755 d	1740 b	1625 d	1600 cd
50 detik PE 0,06 mm	1765 e	1650 a	1590 a	1490 a
60 detik PE 0,04 mm	1740 c	1720 ab	1665 d	1520 b
60 detik PE 0,06 mm	1715 b	1620 a	1615 b	1590 bc
70 detik PE 0,04 mm	1720 b	1550 a	1545 a	1415 a
70 detik PE 0,06 mm	1750 de	1740 ab	1670 d	1600 cd

Keterangan/Remarks: angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$ /numbers designated by same letters in the same column are not significantly different at $\alpha=5\%$

Tabel 6. Kecerahan warna puree mangga beku
Table 6. Lightness colour of frozen mango puree

Lama pencelupan dan/ ketebalan plastik/ Dipping time and/ plastic thickness	Nilai Kecerahan (L)/ Lightness value (L)			
	Penyimpanan (bulan)/ Storage (month)			
	0	2	4	6
0 detik PE 0,04 mm	65,44 gh	79,85 j	56,16 bcd	55,28 ab
0 detik PE 0,06 mm	64,23 fg	80,84 j	57,4 cde	55,79 abc
50 detik PE 0,04 mm	63,23 f	80,55 j	56,18 bcd	55,1 ab
50 detik PE 0,06 mm	66,25 hi	79,69 j	58,35 e	55,79 abc
60 detik PE 0,04 mm	66,58 hi	80,20 j	57,64 de	55,86 abc
60 detik PE 0,06 mm	65,81 ghi	79,80 j	55,7 abc	57,15 cde
70 detik PE 0,04 mm	67,41 i	80,58 j	56,15 bcd	56,21 bcd
70 detik PE 0,06 mm	66,15 hi	81,00 j	57,31 cde	54,18 a

Keterangan/Remarks: angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$ /numbers designated by same letters in the same column are not significantly different at $\alpha=5\%$

Hal ini dimungkinkan karena adanya reaksi oksidasi kimiawi termasuk terjadinya degradasi karotenoid dan reaksi pencoklatan enzimatis sehingga mengakibatkan warna puree menjadi lebih gelap (Calligaris *et al.*, 2002). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan memberikan pengaruh nyata pada nilai kecerahan puree pada minggu ke 0, 4 dan 6 bulan.

G. Nilai Hue

Selama penyimpanan, nilai hue puree beku mengalami kecenderungan meningkat. Peningkatan nilai hue masih berada pada nilai kisaran sudut $0^\circ - 90^\circ$ yang menunjukkan warna merah, orange, dan kuning (Anonymous, 2003). Peningkatan nilai hue berkaitan dengan penurunan intensitas warna orange. Peningkatan nilai hue menunjukkan bahwa puree beku mengalami perubahan warna dari orange memudar menuju kuning kehijauan. Hal ini juga berkaitan dengan penurunan kecerahan puree. seperti juga yang terjadi pada puree tomat dan wortel seperti yang dilakukan oleh (Patras *et al.*, 2009).

Dari hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan memberikan pengaruh nyata pada penyimpanan bulan ke 0, 4 dan 6. Nilai hue puree mangga Arumanis disajikan pada Tabel 7.

H. Mutu Mikrobiologi

Hasil analisis mikrobiologi puree beku pada akhir penyimpanan bulan ke 6 menunjukkan bahwa total mikroba puree beku masih di bawah standar untuk produk sayuran beku. Namun masih terdapat mikroba yang tumbuh dan tahan di suhu beku. Total mikroba (TPC) tertinggi selama pembekuan puree terdapat pada perlakuan lama pencelupan 0 detik dengan ketebalan pengemas PE 0,04mm.

Tabel 7. Nilai hue puree mangga beku
Table 7. Hue of frozen mango puree

Lama pencelupan dan ketebalan plastik/ Dipping time and plastic thickness	Nilai Hue (H°)/ Hue value			
	Penyimpanan (bulan)/ Storage (month)			
	0	2	4	6
0 detik PE 0,04 mm	85,12 a	89,19 a	98,34 e	97,32 ab
0 detik PE 0,06 mm	87,99 c	89,11 a	96,83 bc	97,08 a
50 detik PE 0,04 mm	88,02 c	89,73 a	97,16 cd	97,65 bc
50 detik PE 0,06 mm	87,15 d	88,39 a	96,10 a	97,46 ab
60 detik PE 0,04 mm	87,4 d	88,99 a	97,08 cd	98,03 c
60 detik PE 0,06 mm	85,60 b	89,53 a	97,46 d	97,47 ab
70 detik PE 0,04 mm	87,27 d	88,55 a	97,46 d	97,53 b
70 detik PE 0,06 mm	86,2 c	88,40 a	96,42 ab	98 c

Keterangan/Remarks :Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$ / numbers designated by same letters in the same column are not significantly different at $\alpha=5\%$

Dalam standar sayuran beku, nilai TPC yang disarankan maksimal adalah 1×10^5 .

Pada pembekuan, secara umum mikroba terhambat pertumbuhannya tetapi ada beberapa bakteri yang masih mampu tumbuh pada suhu beku. Mikroba yang dapat tumbuh pada suhu beku yaitu *C. lipolytica*, *Geotrichum candidum*, *Penicillium roqueforti* (Joseph, et al., 2008). Pembekuan cepat dapat menurunkan populasi mikroba dibandingkan dengan pembekuan lambat (Kebary, 1996). Pada kapri beku yang dibekukan dengan pembekuan lambat populasi mikroba cenderung meningkat. Pembekuan dan pencairan berulang-ulang dari suatu kultur bakteri mempunyai pengaruh yang mematikan (Desrosier, 1988).

Bakteri mampu tumbuh pada suhu $-12,2^\circ\text{C}$ dalam sayuran (kacang-kacangan) dan pada -10°C pada tiram. Beberapa mikroorganisme yang tumbuh pada suhu rendah adalah jamur, seperti jamur *Cladosporium* dan *Sporotrichum* mampu tumbuh pada suhu $-6,7^\circ\text{C}$, sedangkan *Penicillium* dan *Monilia* tumbuh pada suhu -4°C . Untuk jenis bakteri, sel bakteri yang tahan dan resisten terhadap kematian pada suhu beku yaitu *Listeria monocytogenes* (Giafrancchi). Selain itu ada beberapa khamir yang tumbuh pada suhu -34°C (Kumalaningsih dan Hidayat, 1995).

Thawing juga sangat mempengaruhi dalam kehidupan mikroba. Kecepatan thawing (pencairan) mempengaruhi jumlah sel yang hidup setelah pembekuan. Thawing dalam waktu yang cepat akan membunuh mikroba.

I. Mutu Organoleptik

Dari hasil uji organoleptik pada akhir penyimpanan bulan ke 6 menunjukkan bahwa produk puree beku masih dapat diterima panelis. Penilaian panelis berkisar antara 3 hingga 4,1 (netral hingga suka). Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata pada rasa dan kesukaan panelis.

Rasa puree beku masih bisa diterima konsumen, dengan respons tertinggi pada perlakuan lama pencelupan 60 detik dengan ketebalan pengemas 0,06 mm. Perlakuan tidak berpengaruh nyata pada warna puree beku. Respons tertinggi pada perlakuan lama pencelupan 70 detik dengan ketebalan pengemas 0,06 mm. Menurut panelis, puree beku yang disimpan selama 6 bulan ternyata tidak mengalami perbedaan warna yang mencolok dan masih diterima oleh panelis dengan rentang nilai 3,7 hingga 4,1 (netral-suka). Selama pembekuan, dimungkinkan terjadi perubahan warna akibat reaksi enzimatis tetapi laju perubahannya sangat kecil (Calligaris et al., 2002).

Parameter aroma juga tidak menunjukkan perbedaan respon panelis. Nilai tertinggi diperoleh dari perlakuan pencelupan 60 detik dengan ketebalan pengemas 0,06 mm, sedangkan respons terendah dari perlakuan lama pencelupan 0 detik dan ketebalan pengemas 0,04 mm. Proses pembekuan akan mempengaruhi flavour dan aroma produk. Penampakan puree beku tidak berbeda nyata dan secara umum masih bisa diterima panelis dengan skor 3,4 hingga 4,1. Kesukaan secara umum menunjukkan bahwa panelis menyukai produk puree beku. Skor kesukaan terendah pada perlakuan lama pencelupan 0 detik, baik dengan pengemas 0,04 mm maupun 0,06 mm. Sedangkan skor kesukaan tertinggi pada lama pencelupan 0 detik dengan ketebalan pengemas 0,06 mm.

KESIMPULAN

1. Sifat fisiko kimia terbaik pada akhir penyimpanan bulan ke 6 adalah perlakuan dengan lama pencelupan 70 detik dan ketebalan plastik 0,06 mm dengan karakteristik TPT 14,1°brix, pH 4,1, vitamin C 31,82 mg/100g, total asam 0,57%, kekentalan 1600 cps, kecerahan 54,18 dan Hue° 98, dan total mikroba $1,6 \times 10^3$ coloni/ml.
2. Selama penyimpanan terjadi perubahan sifat fisik kimia puree yaitu terjadi penurunan total padatan terlarut, pH, vitamin C, kekentalan dan kecerahan sedangkan total asam dan Hue mengalami peningkatan.
3. Mutu mikrobiologi puree menunjukkan bahwa kandungan total mikroba puree masih berada di bawah standar sayuran beku (1×10^5 coloni/ml).

4. Dari hasil uji organoleptik, semua produk masih dapat diterima oleh panelis dengan skor berkisar 3 hingga 4,1 (netral-suka) dan masih memiliki kriteria fisikokimia yang bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2003. The principles of use of a spectrophotometer and its application in the measurement of dental shade. Vita Easyshade. <http://www.vident.com>. (28 Januari 2009)
- Anonymous, 2008a. Workshop Kajian Pengembangan Mangga dan Manggis. http://www.hortikultura.deptan.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=121&Itemid=1. diakses 13 Maret 2008.
- Anonymous, 2008b. Perkembangan Baru Aturan Internasional untuk Penanganan dan Pengolahan Pangan Cepat Beku. Majalah SNI Valuasi 2(2):32-33.
- Aider, M and Halleux, D. 2008. Production of concentrated cherry and apricot juices by cryoconcentration technology. *Food Science and Technology* 41:1768-1775.
- Bartolome, A.P., Ruperez, P and Fuster, C. 1995. Changes in soluble sugars of two pineapple fruit cultivars during frozen storage. *Food Chemistry* 56(2):163-165.
- Broto, W., Sabari, S.D., Widiatmoko, Dondy Anggono Setyabudi, dan Yulianingsih. 2002. Pembekuan Cepat buah mangga gedong dan karakteristik mutunya selama penyimpanan beku. *Jurnal Hortikultura* 12(2):131-140.
- Calligaris, S., P. Falcone and M Anese. 2002. Color changes of tomato purees during storage at freezing temperatures. *Journal of Food Science*. 67(6):2432 -2435.
- Choi, M.H., G.H. Kim, and H.S. Lee. 2002. Effects of ascorbic acid retention on juice color and pigment stability in blood orange (*Citrus sinensis*) juice during refrigerated storage. *Food Research International* 35:753-759.
- Desrosier, N.W. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan. UI Press. Jakarta. Hal 131-171
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan I. PAU Pangan dan Gizi IPB. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama-Jakarta
- Joseph, B., Ramteke, P.R and Thomas, G. 2008. Cold active microbial lipase : Some hot issues and recent developments. *Biotechnology Advances* 26:457-470.
- Khadatkar, R.M., Kumar S and Pattanayak, S.C. 2004. Cryofreezing and Cryofreezer. *Cryogenics* 44:661-678.
- Kebary, K.M.K. 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, Nur. 1995. Mikrobiologi Hasil Pertanian. IKIP Malang. Hal 61-64.
- Lee, H.S and Coates G.A. 1999. Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled orange juice : a storage study. *Food Chemistry* 65:165-168.
- Gianfranceschi, M and P.Aureli.1996. Freezing and frozen storage on the survival of *Listeria monocytogenes* in different foods. *Ital. J.Food Sci* 8:303.
- Magerramov, M.A.,A.I.Abdulgatov., N.D Azizov and I.M. Abdulgatov. 2007. Effect of temperature, concentration, and pressure on the viscosity of pomegranate and pear concentrates. *Journal of Food Engineering* 80:476-489.
- Nurminah, M. 2002. Penelitian sifat bahan kemasan plastik dan kertas serta pengaruhnya terhadap bahan yang dikemas. Fakultas Pertanian. Jurusan Teknologi Pertanian. Univ. Sumatera Utara. <http://usu.ac.id> (18 Desember 2008)
- Patras, A., N. Brunton., S.D.Pieva., F. Butler and G. Downey. 2009. Effect of thermal and high pressure processing on antioxidant activity and instrumental colour of tomato and carrot purees. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10(1):16-22.
- Rahman, M.S. 1999. Handbook of Food Preservation. Marcel Dekker. New York.259-284.
- Robertson, G.L. 2006. Food Packaging Principles and Practice 2nd Edition. Taylor and Francis Group LLC. 26-44, 481-483.
- 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. *J. Food Chem* 86:357 - 363.
- Setyadjit, Widaningrum dan Sulusi P. 2005. Agroindustri puree mangga : Mengatasi panen berlimpah. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 27(5):4-5.
- Sopian, T., 2005. Aplikasi Cryogenic untuk Pembekuan Produk Pangan. Artikel Iptek-Bidang Biologi, Pangan dan Kesehatan. <http://www.beritaiptek.com/zberita-beritaiptek-2005-05-27-Aplikasi-Cryogenic-Untuk-Pembekuan-Produk-Pangan.shtml>. diakses tanggal 10 Desember 2008.
- Suismono, Sudaryono dan Banda S. 2005. Pengaruh konsentrasi asam sitrat terhadap mutu saos ubijalar (*Ipomea batatas L.*) selama penyimpanan. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 1(1):38-42).
- Will, F., Roth, M., Olk, M., Ludwig M and Dietrich, H. 2008. Processing and Analytical Characterisation of Pulp- Enriched Cloudy Apple Juices. *J. Food Science and Technology* 41:2057-2063.
- Xu, Fei., Wang, Zhang., Xu, Shiyang and Sun, D.W. 2001. Cryostability of frozen concentrated orange juices produced by enzymatic process. *Journal of Food Engineering* 50:217-222.
- Ziena, H.M.S., 2000. Quality attributes of Bearss Seedless lime (*Citrus latifolia Tan*) juice during storage. *J. Food Chemistry* 71:167-172.