

Pengaruh Konsentrasi Oksigen dan Karbondioksida dalam Kemasan Terhadap Daya Simpan Buah Mangga Gedong

Amiarsi, D

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No. 12, Bogor 16114
Naskah diterima tanggal 14 Mei 2009 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 6 Maret 2012

ABSTRAK. Penanganan pascapanen buah yang optimal merupakan salah satu kunci sukses agribisnis buah di Indonesia, namun mempertahankan kesegaran buah dalam waktu yang lebih lama sering menjadi kendala. Untuk memperpanjang ketahanan simpan buah pemberian perlakuan konsentrasi oksigen dan karbondioksida dalam kemasan dapat menjadi salah satu solusinya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suhu penyimpanan dengan komposisi gas O₂ dan CO₂ yang tepat dalam pengemasan agar dapat mempertahankan mutu dan memperpanjang daya simpan buah mangga Gedong. Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor dari bulan Juni sampai dengan November 2007. Buah mangga Gedong yang digunakan dalam penelitian ini ialah tingkat ketuaan hijau daun, ukuran seragam, dan bobot 200–250 g/buah, dipanen pagi hari, dan buah sehat. Buah mangga dikemas dalam kantong plastik PE tebal 0,04 mm. Perlakuan komposisi gas yang dicoba terdiri atas 5,0% O₂ + 5,0–5,8% CO₂; 2,5% O₂ + 5,0–5,8% CO₂; 1,0% O₂ + 5,0–5,8% CO₂; udara normal (21,0% O₂ + 0,03% CO₂), dan udara terbuka (21,0% O₂ + 0,03% CO₂) serta suhu penyimpanan 15°C dan 27–30°C. Penelitian disusun dengan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi gas 5,0% O₂ + 5,0–5,8% CO₂ pada penyimpanan suhu 15°C 21 hari setelah penyimpanan memberikan mutu terbaik dengan kandungan padatan terlarut total 11,6°Brix, pH 4,1, vitamin C 29,4 mg/100g, kadar air 87,2%, dan persentase busuk buah 13,5%. Penerapan teknik hasil penelitian ini dapat menguntungkan pengguna karena kesegaran buah dapat diperpanjang hingga 21 hari.

Katakunci: Buah mangga; Penyimpanan; Atmosfir termodifikasi; Ketahanan simpan; Kualitas

ABSTRACT. Amiarsi, D. 2012. *The Effect of Gas Composition of Oxygen and Carbondioxide in the Packages on Gedong Mango Fruits Selflife.* Optimal postharvest handling is an important point and success key in fruit agribusiness in Indonesia, however to maintain fruit selflife in longer period is generally faced as one of main problems. The selflife of mango fruits is short. Application of gas compositions of oxygen and carbondioxide in the packages can be one of the alternative solutions to prolong the selflife of mango fruits. The experiment was conducted at laboratory of Indonesian Center for Agricultural Postharvest Research and Development from June to November 2007. The aim of the study was to determine gas composition (CO₂, O₂) at the best storage temperature for conservation and extention of Gedong mango selflife. Gedong mango used in the study was healty, uniformity size, fresh weight of 200–250 g/fruit harvest time in the morning and mature green level maturity. The mango fruits were packed in polyethylene bags (0.04 mm) and various compositions of 5.0% O₂ + 5.0–5.8% CO₂; 2.5% O₂ + 5.0–5.8% CO₂; 1.0% O₂ + 5.0–5.8% CO₂; normal air (21.0% O₂ + 0.03% CO₂), and untreated with two levels of storage temperature viz. 15 and 27-30°C. The factorial experiment was aranged in a completely randomized design with three replications. The results showed that application of gas concentration of 5.0% O₂ + 5.0–5.8% CO₂ at 15°C after 21 days storage was able to maintain the best quality mango fruits with total soluble solid 11.6°Brix, pH 4,1, ascorbic acid content of 29, 4 mg/100g, moisture content 87.2%, and fruit rot 13.5%. Applying this research result will benefit to user in prolonging mango selflife during 21 days.

Keywords: Mango fruits; Storage; Modified atmosphere; Storage life; Quality

Mangga merupakan komoditas yang sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia baik sebagai buah ekspor andalan maupun sebagai primadona konsumsi wisatawan. Data Direktorat Jenderal Hortikultura (2009) mengungkapkan bahwa produksi mangga nasional dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2006, produksi mangga mencapai 1,62 juta t, tahun 2007 mencapai 1,82 juta t, dan meningkat kembali menjadi 2,1 juta t. Pada tahun 2009, jumlah produksi mangga mencapai 2,3 juta t dan 2011 diharapkan produksi mangga mencapai sekitar 2,48 juta t. Jumlah produksi yang cukup tinggi, menjadikan mangga sebagai salah satu komoditas buah tropika yang dapat bersaing di pasar internasional.

Secara fisik, mangga Gedong mempunyai ukuran terkecil di antara varietas komersial lainnya, tetapi warna kulit dan daging buah yang kuning-orange,

seratnya halus, kadar air dengan aroma yang harum dan khas, serta kandungan vitamin A tertinggi, cukup memikat konsumen. Produk segar hortikultura mempunyai kandungan air yang tinggi, sangat peka terhadap kelayuan, pengeriputan, dan kerusakan mekanis serta rentan terhadap serangan penyakit. Namun dalam keadaan segar buah mangga tidak tahan lama, hanya 7 hari pada kondisi suhu kamar (28–30°C).

Sifat buah tersebut dapat menjadi kendala dalam penyediaan buah, baik untuk konsumsi segar maupun penyimpanan untuk stok pengolahan. Hal ini disebabkan karena pada umumnya produk hortikultura merupakan struktur hidup yang masih mengalami proses perubahan kimia dan biokimiawi yang diakibatkan oleh aktivitas metabolisme. Untuk mengurangi tingkat kerusakan buah selama pemeraman, pengangkutan, dan penyimpanan, salah satu upaya untuk mengatasi



kendala tersebut ialah dengan pengemasan dan pengaturan atmosfer di sekeliling produk dan disimpan pada suhu rendah. Suhu rendah atau dingin dapat menghambat proses respirasi dan transpirasi buah, sehingga daya tahan kesegaran buah dapat lebih lama. Suhu penyimpanan optimum untuk masing-masing buah berbeda. Penyimpanan buah mangga pada suhu $<5^{\circ}\text{C}$ dapat mengakibatkan warna buah agak memudar dan buah mudah mengalami kerusakan fisik setelah dikeluarkan dari ruang penyimpanan. Penyimpanan di atas suhu 10°C menghasilkan aroma dan rasa buah yang baik, walau sering terjadi kelayuan (Pantastico *et al.* 1983).

Buah mangga termasuk kelompok buah klimakterik (Brown *et al.* 1986, Pantastico *et al.* 1983, Chaplin 1984). Ciri khas buah kelompok ini terletak pada tingkat ketuaan saat dipanen. Buah klimakterik tidak perlu dipanen pada saat buah matang penuh di pohon, karena buah yang dipetik pada tingkat ketuaan sebelum matang di pohon dapat matang sempurna setelah disimpan dengan atau tanpa diberi perlakuan modifikasi atmosfer.

Untuk mempertajam dan melengkapi teknologi panen dan penanganan pascapanen mangga, diperlukan informasi hasil-hasil penelitian terbaru. Dari berbagai publikasi ilmiah di Indonesia, penelitian pascapanen mangga relatif banyak dalam hal memperpanjang daya simpan buah dengan menghambat laju pematangan selama penyimpanan, namun demikian penerapan modifikasi atmosfer belum diperhatikan dengan serius. Modifikasi atmosfer merupakan proses alamiah, tidak perlu bahan kimia, penanganan mudah, biaya relatif murah, peralatan mudah diperoleh, dan dapat dilakukan di mana saja. Penyimpanan dingin dengan suhu rendah (15°C) dapat menghambat kegiatan respirasi, sehingga menunda pelunakan, perubahan warna, perubahan mutu, serta proses kimiawi lainnya. Beberapa hasil penelitian pascapanen kultivar mangga selain Gedong sudah ada, di antaranya ialah karakteristik fisik dan kimia buah mangga (Sabari 1989, Yulianingsih *et al.* 1988), penilaian kualitas buah mangga Gedong untuk konsumsi segar pada berbagai tingkat ketuaan (Sabari *et al.* 1990). Informasi tentang teknik pengemasan mangga Arumanis yang dibungkus rapat per buah dengan plastik polietilen (PE) dapat bertahan sampai 4 minggu (Broto *et al.* 1996), pengemasan menggunakan kantong polietilen pada buah mangga Carabao (Yuniarti 1989), dan menunda kematangan buah mangga dengan CaCl_2 pada buah mangga Gedong (Broto 1989). Penggunaan plastik PE 0,04 mm cukup baik untuk sistem penyimpanan dengan udara terkendali, karena permeabilitasnya terhadap gas CO_2 lebih besar daripada O_2 , sehingga laju akumulasi gas CO_2 di sekitar bahan

lebih kecil daripada penyerapan O_2 (Will *et al.* 1981, Sabari *et al.* 1991, Setyadjit & Sjaifullah 1992). Publikasi teknologi penyimpanan mangga dengan modifikasi atmosfer yang sudah ada, di antaranya ialah mangga Alphonso dan Raspuri dengan kondisi atmosfer 5% O_2 dan 5% CO_2 umur simpan hingga 10 hari (Brown *et al.* 1986), pada mangga Arumanis (Sabari *et al.* 1991, Sulusi *et al.* 1991, Setyadjit *et al.* 1992, Sri Rujati 1991, Sjaifullah *et al.* 1998).

Hipotesis penelitian ini ialah terjadi interaksi antara konsentrasi gas modifikasi atmosfer dan suhu penyimpanan terhadap daya simpan buah mangga Gedong.

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mendapatkan konsentrasi gas O_2 dan CO_2 dengan suhu penyimpanan yang tepat pada pengemasan buah mangga Gedong agar dapat mempertahankan mutu dan memperpanjang daya simpan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor dari bulan Juni sampai dengan November 2007. Buah mangga Gedong dipanen pagi hari dengan tingkat ketuaan hijau-tua (*mature green*) dari pertanaman rakyat di sentra produksi mangga Kabupaten Majalengka, Jawa Barat. Setelah panen, buah mangga disortasi dan kemudian direndam dalam air bersuhu $3-4^{\circ}\text{C}$ yang mengandung 0,1% *chlorine* selama 20 menit kemudian ditiriskan. Buah dikemas dalam keranjang *high density polyethylene* (HDPE) dan diangkut ke Bogor dengan mobil boks berpendingin 15°C .

Di Bogor, buah mangga dipilih yang baik tanpa cacat dan relatif seragam dalam ukuran serta tingkat ketuaan, kemudian dicuci dengan air mengalir, ditiriskan dan selanjutnya buah mangga dimasukkan ke dalam kantong plastik PE tebal 0,04 mm (ukuran 30×40 cm, tekanan atmosfer/76 mHg) masing-masing sesuai perlakuan kombinasi O_2 dan CO_2 serta kontrol. Pengaturan konsentrasi gas O_2 dan CO_2 dalam kemasan dilakukan dengan alat *flowmeter* serta *cosmotector* tipe XPO-318 dan XP-314B. Kelebihan gas O_2 yang terdapat dalam kemasan dikeluarkan dengan menghembuskan gas N_2 melalui selang plastik sampai pada tingkat konsentrasi O_2 yang diinginkan, sedangkan kekurangan konsentrasi gas CO_2 dapat ditambahkan melalui selang plastik lainnya. Simpan buah mangga yang telah dikemas dengan pengemas plastik ke dalam suhu ruang ($27-30^{\circ}\text{C}$) dan suhu dingin (15°C).

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan dua faktor percobaan



meliputi kombinasi konsentrasi gas O₂ dan CO₂ sebanyak lima taraf, yaitu (5,0% O₂ + 5,0–5,8% CO₂; 2,5% O₂ + 5,0–5,8% CO₂; 1,0% O₂ + 5,0–5,8% CO₂; udara normal (21,0% O₂ + 0,03% CO₂); udara terbuka/ sebagai kontrol) dan suhu penyimpanan dua taraf, yaitu (suhu penyimpanan 15°C dan suhu ruang 27-30°C). Penelitian dilakukan sebanyak tiga ulangan. Satu unit perlakuan menggunakan tiga butir buah mangga (seberat 600-700 g).

Pengamatan dilakukan terhadap mutu fisik (warna kulit dan persentase busuk) dan mutu kimia (kandungan kadar air, pH (pH meter), padatan terlarut total (PTT) (*hand refractometer*), vitamin C (metode titrasi AOAC 1992), konsentrasi CO₂ yang diukur dengan kromatografi gas jenis *thermal conductivity detector*).

Sebagian buah kontrol dan yang baru dikeluarkan dari ruang penyimpanan, diletakkan pada nampan plastik yang beralaskan dan bertutupkan plastik PE lembaran dan ditempatkan dalam kondisi kamar untuk pemeriksaan proses pematangan sampai buah rusak/ busuk lebih dari 50% pada suhu 27–30°C dengan penerangan lampu biasa. Buah kontrol dan yang telah dikeluarkan dari tempat penyimpanan, diamati warna untuk mengetahui proses pematangannya.

Pengamatan warna dilakukan secara visual menggunakan indeks warna yang dikembangkan dari Rowland Holmes *et al.* (2009), nilai 1 = hijau tua; 2 = hijau semburat kuning pada pangkal buah; 3 = hijau lebih banyak daripada kuning; 4 = kuning lebih banyak daripada hijau; 5 = kuning sedikit hijau pada ujung buah; dan 6 = kuning penuh/orange.

Buah kontrol dan buah yang baru dikeluarkan dari tempat penyimpanan dianalisis kandungan kadar air, pH (pH meter), PTT (*hand refractometer*), dan vitamin C (metode titrasi, AOAC 1992).

Cara Pengukuran sebagai Berikut:

Bagian buah yang dipergunakan untuk analisis ialah buah yang telah dicuci, dikupas, dan dipotong-potong pada daging buah bagian pangkal, tengah, dan ujung, diblender. Hasilnya digunakan untuk perhitungan kandungan kadar air, pH, PTT, dan vitamin C.

Kadar Air

Cawan alumunium yang digunakan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama kira-kira 15 menit. Setelah itu didinginkan dalam eksikator, dan kemudian ditimbang beratnya. Sejumlah 5 g sampel buah mangga yang telah dihancurkan ditimbang dalam cawan tersebut. Cawan dan isinya dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C sampai diperoleh berat yang

konstan. Penentuan kadar air sampel dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air (BB)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

di mana :

A = Kehilangan berat;

B = Berat sampel.

Padatan Terlarut Total

Sampel buah diblender, kemudian diperas menggunakan kain penyaring. Air perasan yang diperoleh digunakan untuk menentukan kadar PTT dengan cara meneteskan beberapa tetes air perasan sampel di atas lempeng kaca dari *hand refractometer*. Pembacaan skala pada garis batas antara sisi gelap dan sisi terang menunjukkan persentase PTT dari contoh sampel yang diamati.

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) buah mangga ditetapkan menggunakan pH meter. Sebanyak 10 g sampel buah mangga yang dihancurkan dimasukkan ke dalam botol kocok. Kemudian ditambahkan 25 ml air destilata dan diaduk dengan mesin pengocok selama 15 menit. Setelah itu derajat keasaman buah dapat diukur menggunakan pH meter.

Vitamin C

Pengukuran kandungan vitamin C pada buah mangga dilakukan dengan cara titrasi yodium. Sebanyak 200 g sampel buah mangga dihancurkan menggunakan blender, kemudian ditimbang 10 g sampel dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml. Setelah itu ditambahkan air destilata sampai pada tanda tera dan dikocok sampai homogen. Kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtratnya. Memasukan 5 ml filtrat ke dalam erlenmeyer 125 ml dan tambahkan 2 ml larutan amilum 1%. Melakukan titrasi menggunakan larutan yodium 0,01 N, sampai terjadi perubahan warna merah muda. Kandungan vitamin C dalam sampel dapat dihitung berdasarkan pada perhitungan:

$$1 \text{ ml yodium } 0,01 \text{ N} = 0,88 \text{ mg asam askorbat}$$

Kandungan vitamin C dalam sampel dinyatakan dalam mg per 100 g bahan.

Pengukuran Produksi CO₂

Pengamatan laju respirasi buah dalam kemasan didasarkan pada banyaknya produksi gas CO₂ dalam kemasan. Konsentrasi gas CO₂ dalam kemasan diukur dengan mengambil 1 cc udara dalam kemasan



menggunakan siringe, kemudian diinjeksikan ke dalam kolom pada sistem *gas chromatografi*. Di dalam kolom gas CO₂ dideteksi dengan *thermal conductivity detector* (TCD), dan berdasarkan polaritas kemudian ditransfer ke *decoder* dalam bentuk grafik. Persentase gas CO₂ yang ada dalam kemasan dihitung dengan rumus:

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{Puncak sampel} \times \text{att}}{\text{Puncak standar} \times \text{att}} \times 0,5\%$$

di mana :

att = Skala pada grafik;

0,5 = Persentase standar CO₂.

Data yang terkumpul dianalisis secara statistik dengan metode SAS versi 9.13. Signifikansi perlakuan diuji dengan uji jarak berganda duncan pada taraf kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Fisik

Berdasarkan analisis statistik mutu fisik pada mangga Gedong terjadi interaksi terhadap indeks warna kulit buah dan persentase buah busuk. Hasil analisis statistik terhadap indeks warna kulit buah mangga Gedong 21 hari setelah penyimpanan (HSP) (Tabel 1) memperlihatkan bahwa pada suhu penyimpanan, perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfer yang berbeda menunjukkan beda nyata.

Indeks warna kulit

Data pada Tabel 1, indeks warna kulit buah mangga Gedong 21 HSP berkisar antara 2,08 sampai 6,00. Indeks warna kulit buah mangga Gedong terendah pada perlakuan 5,0% O₂ + 5,0–5,8% CO₂ dengan suhu penyimpanan 15°C dan 27–30°C masing-masing mencapai indeks warna kulit buah mangga Gedong 2,08 dan 2,31 dan yang tertinggi pada perlakuan udara terbuka yaitu 6,00. Buah dikatakan matang bila mempunyai indeks warna kulit buah mencapai angka 4, di mana kulit buah mangga berwarna kuning kehijauan. Indeks warna kulit buah pada konsentrasi gas O₂ dan CO₂ menunjukkan bahwa secara keseluruhan indeks warna kulit buah mangga Gedong 21 HSP masih berkisar 2 hingga 3 yaitu buah mangga mempunyai warna hijau lebih banyak daripada warna kuning. Hal ini disebabkan karena perlakuan modifikasi atmosfer dapat menghambat proses pematangan buah mangga, sehingga ketahanan simpan lebih panjang. Beberapa peneliti menyebutkan bahwa modifikasi atmosfer dapat menyeragamkan proses pematangan dan menghambat munculnya warna kuning orange pada kulit buah mangga (Brown *et al.* 1986, Sabari *et al.* 1989, Musa 1974, Lakshminarayana *et al.* 1976), namun Matto & Modi (1975) menyatakan bahwa aktivitas enzim peroksidase meningkat dengan matangnya buah mangga.

Busuk buah

Hasil analisis statistik terhadap persentase buah busuk pada buah mangga Gedong 21 HSP (Tabel 1) memperlihatkan bahwa pada suhu penyimpanan,

Tabel 1. Interaksi konsentrasi gas modifikasi atmosfer dan suhu penyimpanan terhadap indeks warna kulit dan persentase buah busuk pada buah mangga Gedong 21 HSP (*Interaction of concentration gas of modified atmosphere and storage temperature on skin color of Gedong mango fruits 21 DAS*)

Konsentrasi gas modifikasi atmosfer (<i>Gas concentration of modified atmosphere</i>)	Indeks warna kulit buah (<i>Skin color of fruit index</i>)		Persentase busuk buah (<i>Rotten fruits</i>)	
	Suhu penyimpanan (<i>Storage temperature</i>)			
	15°C	27-30°C	15°C	27-30°C
5,0% O ₂ + 5,0–5,8% CO ₂	2,08 ^c A	2,31 ^c A	13,47 ^d B	19,51 ^e A
2,5% O ₂ + 5,0–5,8% CO ₂	2,43 ^c A	2,55 ^c A	16,00 ^c B	23,67 ^d A
1,0% O ₂ + 5,0–5,8% CO ₂	2,88 ^b A	3,33 ^b A	21,49 ^b B	33,63 ^c A
Udara normal (<i>Normal air</i>) (21,0% O ₂ + 0,03% CO ₂)	3,03 ^b A	3,26 ^b A	22,34 ^a B	37,60 ^b A
Udara terbuka (<i>Untreated</i>)	6,00 ^a A	6,00 ^a A	22,25 ^a B	42,30 ^a A

Keterangan (*Remarks*) Angka rerata perlakuan yang diikuti oleh huruf dalam kolom dan lajur yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% duncan multiple range test (*Average value followed by the same letter in the same columns and row are not significant different at 5% duncan multiple range test*)



Tabel 2. Interaksi konsentrasi gas modifikasi atmosfer dan suhu penyimpanan terhadap kadar air, PTT, vitamin C, dan pH buah mangga Gedong 21 HSP (Interaction of concentration gas of modified atmosphere and storage temperature on water content, ascorbic acid, TSS, and pH of Gedong mango fruits 21 DAS)

Konsentrasi gas modifikasi atmosfer (Gas concentration of modified atmosphere)	Kadar air (Water content) %		PTT (TSS) °Brix		Vitamin C (Ascorbic acid), mg/100g		pH	
	Suhu penyimpanan (Storage temperature)		Suhu penyimpanan (Storage temperature)		Suhu penyimpanan (Storage temperature)		Suhu penyimpanan (Storage temperature)	
	15°C	27-30°C	15°C	27-30°C	15°C	27-30°C	15°C	27-30°C
5,0% O ₂ + 5,0-5,8% CO ₂	87,20 bc B	85,94 a A	11,56 a B	13,44 a A	20,05 d B	42,27 a A	4,09 c A	4,74 a A
2,5% O ₂ + 5,0-5,8% CO ₂	86,91 c B	89,45 b A	11,47 a B	13,33 a A	23,29 c B	32,33 c A	4,16 bc A	3,93 bc A
1,0% O ₂ + 5,0-5,8% CO ₂	88,51 a B	89,75 b A	11,64 a B	13,43 a A	29,44 a B	42,77 a A	3,81 c A	4,22 b A
Udara normal (Normal air)	87,03 c B	88,82 c A	11,53 a B	13,65 a A	27,45 b B	35,47 b A	4,54 ab A	3,74 c A
Udara terbuka (Untreated)	87,69 b A	90,19 ab B	13,23 a B	13,65 a A	15,72 e B	36,17 b A	4,85 a A	3,92 bc A



Tabel 3. Interaksi konsentrasi gas modifikasi atmosfer dan suhu penyimpanan terhadap produksi CO₂ pada buah mangga Gedong (Interaction of concentration gas of modified atmosphere and storage temperature on CO₂ production of Gedong mango fruit)

Konsentrasi gas modifikasi atmosfer (Gas concentration of modified atmosphere)	Produksi CO ₂ pada suhu penyimpanan (Production of CO ₂ on storage temperature)	
	15°C	27–30°C
5,0% O ₂ + 5,0–5,8% CO ₂	4,87a A	9,68 a A
2,5% O ₂ + 5,0–5,8% CO ₂	6,87b A	8,70 a A
1,0% O ₂ + 5,0–5,8% CO ₂	7,87a A	11,19 a A
Udara normal (Normal air) (21,0% O ₂ + 0,03% CO ₂)	6,97b A	9,88 a A

perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfer yang berbeda menunjukkan beda nyata. Perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfer yang berbeda pada suhu penyimpanan 15°C, persentase buah busuk lebih rendah dibandingkan perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfer pada suhu 27-30°C. Hal ini disebabkan pada penyimpanan suhu rendah, proses respirasi dan penguapan berjalan lambat. Perlakuan udara terbuka pada penyimpanan suhu dingin menampakkan gejala kerusakan fisiologis atau *physiological disorders (chilling injury)*. Gejala *physiological disorders*, yaitu ditandai oleh adanya bintik berwarna coklat kehitaman pada daging buah, dan terus berkembang tampak seperti memar dan diperparah oleh adanya infeksi mikroba penyebab kerusakan hingga buah tampak busuk. Buah mangga yang mengalami busuk terlihat dari penampakan luarnya yang kisut dan bagian daging buah menjadi lunak berair. Gejala tersebut merupakan busuk buah mangga selama penyimpanan, sebagai akibat adanya aktivitas mikroba (disebut sebagai busuk lunak), yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum* sp. (Sulusi *et al.* 1993).

Mutu Kimia

Berdasarkan analisis statistik sifat kimia pada mangga Gedong terjadi interaksi terhadap kadar air, pH, PTT, dan vitamin C. Hasil analisis statistik terhadap kadar air, pH, dan vitamin c buah mangga gedong setelah 21 hari penyimpanan (Tabel 2) memperlihatkan bahwa pada suhu penyimpanan, perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfer yang berbeda menunjukkan beda nyata. Namun terhadap PTT buah mangga gedong setelah 21 hari penyimpanan memperlihatkan bahwa pada suhu penyimpanan, perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfer yang berbeda menunjukkan tidak beda nyata.

Vitamin C

Dari hasil analisis statistik terhadap kandungan vitamin C buah mangga PTT memperlihatkan bahwa secara keseluruhan kandungan vitamin C pada perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfer pada suhu penyimpanan 15°C, kandungan vitamin C lebih rendah dibandingkan perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfer pada suhu penyimpanan 27–30°C. Rendahnya kandungan vitamin C pada modifikasi atmosfer ini diduga akibat lamanya penyimpanan dalam suhu dingin di mana vitamin C yang mempunyai sifat mudah larut dalam air ikut keluar bersama dengan keluarnya air bahan. Namun pada penyimpanan suhu tinggi dapat merusak asam askorbat, di mana dengan adanya sukrosa menjadi gula pereduksi dan asam askorbat yang berfungsi sebagai *precursor* membentuk warna coklat nonenzimatis, sehingga terbentuk reaksi *Maillard* (Will *et al.* 1981).

Derajat Keasaman (pH)

Hasil analisis statistik terhadap pH buah mangga 21 HSP memperlihatkan bahwa pada suhu penyimpanan, perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfer yang berbeda menunjukkan beda nyata. Perlakuan gas modifikasi atmosfer pada konsentrasi yang berbeda memperlihatkan bahwa suhu penyimpanan tidak berbeda nyata. Suhu penyimpanan 15°C dan 27–30°C, pada konsentrasi gas modifikasi atmosfer yang berbeda memperlihatkan beda nyata. Suhu penyimpanan 15°C dan 27–30°C memperlihatkan bahwa kisaran pH buah mangga Gedong 21 HSP masing-masing mencapai antara 4,09 sampai 4,85 dan 3,74 sampai 4,74.

Padatan Terlarut Total

Dari hasil analisis statistik terhadap PTT buah mangga 21 HSP memperlihatkan bahwa pada suhu penyimpanan, perlakuan konsentrasi gas modifikasi



atmosfir yang berbeda menunjukkan tidak beda nyata. Perlakuan gas modifikasi atmosfir, pada konsentrasi yang berbeda memperlihatkan bahwa suhu penyimpanan berbeda nyata. Suhu penyimpanan 15°C dan 27–30°C, pada perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfir yang berbeda menunjukkan beda nyata. Suhu penyimpanan 15°C dan 27–30°C memperlihatkan bahwa kisaran PTT buah mangga Gedong 21 HSP masing-masing mencapai antara 11,47 sampai 13,23°Brix dan 13,33 sampai 13,65°Brix (Tabel 2). Secara keseluruhan kandungan PTT pada perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfir yang berbeda pada suhu penyimpanan 27–30°C, lebih besar dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfir pada suhu penyimpanan 15°C. Besarnya kandungan PTT disebabkan oleh hidrolisis karbohidrat menjadi senyawa glukosa dan fruktosa. Kecepatan hidrolisis lebih besar daripada kecepatan perubahan glukosa menjadi energi dan H₂O dalam proses respirasi, sehingga dalam jaringan buah terjadi penimbunan glukosa selama penyimpanan.

Kadar Air

Secara keseluruhan kandungan kadar air pada perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfir pada suhu penyimpanan 15°C maupun perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfir pada suhu penyimpanan 27–30°C, kadar air selama penyimpanan cenderung konstan tidak mengalami perubahan yaitu kurang lebih 80,00%. Kadar air buah mangga Gedong pada suhu penyimpanan 27–30°C relatif lebih tinggi dibandingkan pada suhu penyimpanan 15°C. Hal ini disebabkan pada penyimpanan suhu rendah, proses respirasi dan penguapan berjalan lambat dan akibatnya kadar air pada suhu rendah dapat dipertahankan.

Produksi CO₂

Hasil pengamatan pola respirasi pada buah mangga yang didasarkan pada produksi CO₂ tampak bervariasi pada berbagai perlakuan (Tabel 3). Data Tabel 3, dari hasil analisis statistik terhadap produksi CO₂ buah mangga 21 HSP memperlihatkan bahwa pada suhu penyimpanan, perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfir yang berbeda menunjukkan beda nyata pada suhu penyimpanan 27–30°C, namun tidak beda nyata pada suhu penyimpanan 15°C. Perlakuan gas modifikasi atmosfir pada konsentrasi yang berbeda memperlihatkan bahwa suhu penyimpanan tidak beda nyata. Suhu penyimpanan 15°C dan 27–30°C memperlihatkan bahwa kisaran produksi CO₂ buah mangga Gedong 21 HSP masing-masing mencapai 4,87–6,97% dan 8,70–11,19%. Hasil pengamatan terhadap produksi CO₂ pada semua perlakuan pada

suhu penyimpanan 15°C lebih rendah dibandingkan pada suhu penyimpanan 27–30°C. Seperti yang dikemukakan Sjaifullah *et al.* (1998) bahwa tingkat kesegaran buah terjaga apabila kestabilan respirasi buah mangga berkisar antara 6–11%. Dengan demikian, pada percobaan ini terbukti bahwa pada penyimpanan suhu 15°C tingkat kesegaran buah lebih baik bila dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 27–30°C.

KESIMPULAN

Perlakuan konsentrasi gas modifikasi atmosfir 5,0% O₂ + 5,0–5,8% CO₂ pada suhu penyimpanan 15°C, 21 HSP memberikan mutu terbaik dengan kandungan PTT 11,56°Brix, pH 4,09, vitamin C 29,44 mg/100g, kadar air 87,20%, dan persentase busuk 13,47%.

PUSTAKA

1. Brown, BI, Peacock, BC, Wilson, PR 1986, Effect of cool storage on the appearance and selflife of preripened kensington mangoes, *Workshop of Mangoes Postharvest* held in Bangkok, 25–27 August.
2. Broto, W 1989, 'Menunda kematangan mangga Arumanis dengan perlakuan CaCl₂', *Penel. Hort.*, vol. 4, hlm. 64-8.
3. Broto, W, Sulusi, P., Yulianigsih & Sjaifullah 1996, 'Teknik atmosfir termodifikasi dalam pengemasan buah mangga cv. Arumanis', *J. Hort.*, vol. 6, no. 2, hlm. 196-263.
4. Chaplin, GR 1984, 'Postharvest physiology of mango fruit', *Proceeding First Australian Mango Research Workshop*, Cairn, Queensland, pp. 261-70.
5. Direktorat Jenderal Hortikultura 2009, *Data produksi buah-buahan*, diunduh 28 April 2009, www.hortikultura.deptan.go.id.
6. Lakshminarayana, S, Shetty, MS & Prasad, CAK 1976, 'Accelerated ripening of Alphonso mangoes by the application of ethrel', *Trop. Sci.*, vol. 17, no. 2, pp. 95-101.
7. Matto, AK & Modi, VV 1975, 'Palmitic acid activation of peroxidase and its possible significance in mango ripening', *Biochem. Biophys. Acta.*, vol. 397, pp. 318-30.
8. Musa & Sulfa, K 1974, 'Preliminary investigations of the storage and ripening of Totapuri mangoes in the Sudan', *Trop.Sci.*, vol. 16, no. 2, pp. 65-73.
9. Pantastico, ErB, Lam, PF, Ketsa, S, Yuniarti, M & Kosittrakul 1983, 'Postharvest physiology and storage of mango', in Mendoza Jr, DB & Wills, RBH (eds) *Mango, Fruit Development, Postharvest Physiology and Marketing in ASEAN*, pp.39-52.



10. Holmes, R, Hofman, P & Barker, L 2009, *Mango quality assessment manual*, a guide to assessing the postharvest quality of australian mangoes.
11. Sabari, SD 1989, 'Karakteristik fisik dan kimia buah mangga', in Kusumo, K, Ismiyati, Sunaryono, H & Riati, R, (Eds.) *Produksi mangga di Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Jakarta, hlm. 74-80.
12. Sabari, SD & Rini, A 1990, 'Penilaian kualitas buah mangga Gedong untuk konsumsi segar pada berbagai tingkat ketuaan', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 5, no. 2, hlm. 123-32.
13. Sabari, SD, Sulusi, P, Yulianingsih & Sjaifullah 1991, 'Pengaruh pengemasan modifikasi atmosfer dan lama penyimpanan terhadap pematangan dan mutu mangga Arumanis', *J. Hort.*, vol. 1, no. 1, hlm. 19-24.
14. Setyadjit & Sjaifullah 1992, 'Pengaruh ketebalan plastik untuk penyimpanan atmosfer termodifikasi mangga cv. Arumanis dan Indramayu', *J. Hort.*, vol. 2, no. 1, hlm. 31-42.
15. Sjaifullah, Yulianingsih & Sulusi, P 1998, 'Penyimpanan buah mangga segar dengan teknik modifikasi atmosfer', *J. Hort.*, vol. 7, no. 4, hlm. 927-35.
16. Rujjati, S 1991, 'Penggunaan atmosfer termodifikasi untuk penyimpanan buah mangga kultivar Arumanis dan Indramayu', *Jur. Tek. Ind. Pertanian.*, vol. ... no. hlm.
17. Sulusi, P, Yulianingsih & Sjaifullah 1991. Pengaruh pengemasan modifikasi atmosfer dan lama penyimpanan terhadap pematangan dan mutu mangga Arumanis', *J. Hort.*, vol. 1, no. 1, hlm. 19-24.
18. Sulusi, P, Murtiningsih & Yulianingsih 1993, 'Pengaruh ketuaan dan perlakuan setelah panen terhadap penampakan dan perkembangan busuk pangkal (*stem-end rot*) buah mangga Arumanis', *J. Hort.*, vol. 3, no.? hlm. 39-46.
19. Yulianingsih & Laksmi, DSL 1988, 'Sifat fisik dan kimia buah mangga (*Mangifera indica* L.)', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 1, no.? hlm. 7-10.
20. Yuniarti 1989, 'Storage of mango fruits in polyethylene bag', *Penel. Hort.*, vol. 3, no. 3, hlm. 53-64.
21. Wills, RH, Lee, LH, Graham, WB, Glasson, EG, Hall 1981, *Postharvest, an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*, South China Printing Co., Hongkong.

