

KARAKTERISTIK FISILOGI MANGGIS (*Garcinia Mangostana* L.) DALAM PENYIMPANAN ATMOSFER TERMODIFIKASI

[PHYSIOLOGY CHARACTERISTICS OF MANGOSTEEN (*Garcinia Mangostana* L.) AT MODIFIED ATMOSPHERE CONDITION]

Oleh :

Andre Fransiska¹, Rofandi Hartanto², Budianto Lanya³, Tamrin⁴

¹⁾ Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

^{2,3,4)} Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, email : andre.fransiska@rocketmail.com

Naskah ini diterima pada 20 Januari 2013; revisi pada 11 Maret 2013;
disetujui untuk dipublikasikan pada 26 Maret 2013

ABSTRACT

Mangosteen is a klimateric fruit so it has a short shelf life. Therefore, it is needed to handle carefully after harvesting. Temperature setting combined with modified atmosphere is a type of storage which can decrease the respiration rate of fruit. This research aims at determining the effect of modified gas composition on total dissolved solids, total acid, hardness, respiration rate, and shelf life of mangosteen in the cold temperature and the room temperature storage. The research was carried out at room temperature (29 °C) and cold temperature (10 °C) combined with a gas composition of pure CO₂ gas and air from a compressor containing O₂ and N₂ supplied to the storage bottle with composition of A (5% O₂, 5% CO₂), B (10% O₂, 5% CO₂), C (5% O₂, 10% CO₂), D (10% O₂, 10% CO₂). Total dissolved solid of mangosteen during storage was decreased, with the lowest total dissolved solids was 16,6 °brix in the cold storage and 16,7 °brix at room temperature storage. Total acid and respiration rate of mangosteen was stable decreased during storage. The hardness of mangosteen during storage increased with the highest value of 3,20 kg.s/mm. Mangosteen optimal shelf life at room temperature (29 °C) was 16 days and at cold temperatures (10 °C) was 20 days with gas composition of 5% O₂ and 10% CO₂. Modified atmosphere combined with temperature could extend the shelf life of mangosteen and influenced the value of total dissolved solids, total acid, respiration rate and hardness.

Keywords: **Mangosteen, respiration, klimateric, shelf life**

ABSTRAK

Manggis merupakan buah klimaterik sehingga manggis memiliki umur simpan yang pendek. Oleh karena itu, perlu adanya penanganan pasca panen yang tepat. Pengaturan suhu yang dikombinasi dengan atmosfer termodifikasi merupakan jenis penyimpanan yang mampu memperlambat laju respirasi buah. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh komposisi gas atmosfer termodifikasi terhadap total padatan terlarut, total asam, tingkat kekerasan, laju respirasi, dan umur simpan manggis di dalam penyimpanan suhu dingin dan suhu ruang. Penelitian ini dilakukan pada suhu dingin (10 °C) dan suhu ruang (29 °C) yang dikombinasikan dengan komposisi dari gas CO₂ murni dan udara dari kompresor yang mengandung O₂ dan N₂ yang dialirkan ke dalam botol penyimpanan dengan komposisi A (O₂ 5%, CO₂ 5%), B (O₂ 10%, CO₂ 5%), C (O₂ 5%, CO₂ 10%), D (O₂ 10%, CO₂ 10%). Total padatan terlarut manggis selama penyimpan menurun, dengan nilai total padatan terlarut terendah 16,6 °brix di dalam penyimpanan suhu dingin dan 16,7 °brix pada penyimpanan suhu ruang. Total asam dan laju respirasi manggis menurun stabil selama penyimpanan. Kekerasan manggis selama penyimpanan mengalami peningkatan dengan tingkat kekerasan tertinggi 3,20 kg.s/mm. Umur simpan optimal manggis pada suhu ruang (29 °C) adalah 16 hari dan pada suhu dingin (10 °C) 20 hari pada perlakuan C (O₂ 5%, CO₂ 10%). Penyimpanan atmosfer termodifikasi dengan kombinasi suhu dapat memperpanjang umur simpan manggis dan berpengaruh terhadap total padatan terlarut, total asam, laju respirasi serta kekerasan manggis.

Kata Kunci: **Manggis, respirasi, klimaterik, umur simpan.**

I. PENDAHULUAN

Manggis merupakan salah satu komoditas buah yang memiliki nilai jual yang tinggi, baik di pasaran lokal maupun di luar negeri. Manggis yang memiliki rasa manis dan teksturnya yang unik membuat konsumen banyak menggemari buah yang dijuluki "ratu buah" ini. Manggis memiliki banyak manfaat, sebab vitamin dan gizi yang terkandung pada manggis sangat bermanfaat untuk tubuh (Hidayat, 2000).

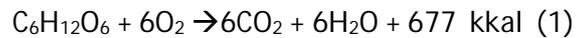
Daging buah manggis bersegmen-segmen yang jumlahnya berkisar antara 5-8 segmen. Daging buah manggis berwarna putih dan bertekstur halus. Setiap segmen daging buah mengandung biji yang berukuran besar. Buah manggis memiliki kulit buah tebal, yakni sekitar 0,5 cm atau lebih. Di dalam kulit buah terdapat zat pektin, tannin, katechin, rosin, zat warna, dan getah berwarna kuning (Cahyono, 2011).

Berdasarkan aktivitas respirasi, sifat hasil tanaman diklarifikasikan menjadi yang bersifat klimaterik dan non klimaterik. Buah klimakterik adalah buah yang mengalami lonjakan respirasi dan produksi etilen setelah dipanen. Sedangkan buah non klimakterik adalah buah yang tidak mengalami lonjakan respirasi maupun etilen setelah dipanen (Suhardiman, 1997). Manggis sendiri merupakan buah yang bersifat klimaterik, sehingga umur simpannya pendek.

Kerusakan produk buah-buahan dapat disebabkan oleh tingginya laju respirasi dan suhu penyimpanan serta penanganan pasca panen yang kurang baik. Metode penyimpanan menggunakan kombinasi suhu rendah dan atmosfer termodifikasi merupakan salah satu cara memperlambat laju respirasi manggis sehingga manggis dapat bertahan lebih lama.

Selama penyimpanan, hasil pertanian masih melakukan respirasi yakni proses penguraian zat pati atau gula dengan mengambil oksigen dan menghasilkan karbondioksida, air serta energi yang

diekspresikan dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Pengetahuan tentang laju respirasi merupakan petunjuk yang baik untuk mengetahui daya simpan buah sesudah panen. Laju respirasi yang tinggi biasanya disertai umur simpan yang pendek. Adanya perbedaan laju respirasi setiap buah dan sayur disebabkan oleh adanya perbedaan dalam fungsi botanis dari jaringan buah tersebut. Laju respirasi tergantung pada konsentrasi CO_2 dan O_2 yang ada dalam udara (Pantastico, 1986). Aktivitas respirasi dengan menggunakan oksigen pada proses respirasi berbeda-beda, semakin banyak oksigen yang digunakan akan semakin aktif proses respirasinya.

Penyimpanan dalam atmosfer termodifikasi (MA=Modified Atmosphere) adalah penyimpanan tingkat konsentrasi O_2 dikurangi dan CO_2 ditambah melalui pengaturan pengemasan yang menghasilkan komposisi tertentu. Komposisi ini dapat dicapai melalui interaksi penyerapan dan pernapasan produk yang disimpan atau perbedaan komposisi udara berakibat kegiatan respirasi atau metabolisme bahan disimpan (Kartasapoetra, 1999).

Suhu merupakan faktor utama yang mempengaruhi laju respirasi pada buah. Pantastico (1986) mengungkapkan bahwa laju respirasi sendiri terbagi menjadi beberapa tipe pola, yaitu tipe menurun dengan lambat (gradually decrease type), tipe meningkat sementara (late peak type), dan tipe puncak kasip (temporary rise type).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi gas-gas penyusun atmosfer mikro penyimpanan atmosfer termodifikasi terhadap perubahan total padatan terlarut, laju respirasi, total asam, umur simpan, dan tingkat kekerasan manggis selama penyimpanan di dalam suhu dingin ($10^\circ C$) dan suhu ruang ($29^\circ C$).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai informasi ilmiah tentang perubahan total padatan terlarut, total asam, tingkat kekerasan, umur simpan, dan laju respirasi manggis dalam penyimpanan atmosfer termodifikasi, sehingga dapat menjadi acuan dalam penanganan pasca panen manggis.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2012 sampai dengan Mei 2012 di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung dan Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Politeknik Negeri Lampung.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol penyimpanan (toples kaca), tabung gas CO₂ dan O₂, kompresor, selang, pompa vakum, pisau stainless steel, lemari pendingin, semprit atau suntikan, tabung reaksi, pipet ukur, buret, gelas ukur, venojack, wax, spektrofotometer (BOECO Germany S-22 UV/VIs), refraktometer atago model IPR 201 dengan skala pengukuran 0-60°Brix, labu takar, timbangan analitik (OHAUS Adventurer AR 2140), thermometer (air raksa), dan karet penghisap. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah manggis dengan tingkat kematangan tahap 5 yang diperoleh dari petani di Desa Babatan Kecamatan Tanjung Kabupaten Lampung Selatan. Bahan lain yang digunakan adalah air, aquades, benlate untuk menghindari tumbuhnya jamur, indikator bromthymol blue yang berfungsi sebagai indikator untuk menunjukkan kandungan CO₂ dalam suatu larutan, Natrium hidroksida (NaOH), Phenolftalein (Indikator PP) dan Sodium bikarbonat (NaHCO₃).

Prosedur dalam penelitian ini yaitu buah manggis yang telah dipetik dengan indek kematangan tahap 5 dengan warna buah ungu kemerahan disortasi untuk memisahkan buah yang kondisinya baik dengan buah yang rusak. Buah yang kondisinya baik akan ditimbang dan dihitung volumenya serta diberi larutan benlet, kemudian dimaukan ke dalam toples dengan

jumlah 12 buah/toples. Toples yang telah berisi buah ditutup rapat dan divakumkan. Setelah toples vakum kemudian diinjeksikan gas (O₂ dan CO₂) dengan komposisi pada toples A (O₂ 5% : CO₂ 5%), B (O₂ 10% : CO₂ 5%), C (O₂ 5% : CO₂ 10%), dan D (O₂ 10% : CO₂ 10%) dan disimpan di dalam suhu dingin (10 °C) dan di dalam suhu ruang (29 °C). Sampel gas diambil setiap 2 hari sekali dan diukur nilai absorbansi CO₂, total asam, total padatan terlarut dan tingkat kekerasan manggis.

Tabel 1. Perlakuan gas dan temperatur dalam penyimpanan

No	Komposisi Gas*) N ₂ : O ₂ : CO ₂	Temperatur (°C)	Perlakuan
1.	90 : 5 : 5	Suhu ruang	AT ₁
		10	AT ₂
2.	85 : 10 : 5	Suhu ruang	BT ₁
		10	BT ₂
3.	85 : 5 : 10	Suhu ruang	CT ₁
		10	CT ₂
4.	80 : 10 : 10	Suhu ruang	DT ₁
		10	DT ₂

*) Perbandingan dalam persen (%) volume

Laju Respirasi =

$$\frac{(\% \text{ volume CO}_2 \text{ akhir} - \% \text{ volume CO}_2 \text{ awal}) \times \text{bj CO}_2 \times \text{freespace}}{m / t}$$

(2)

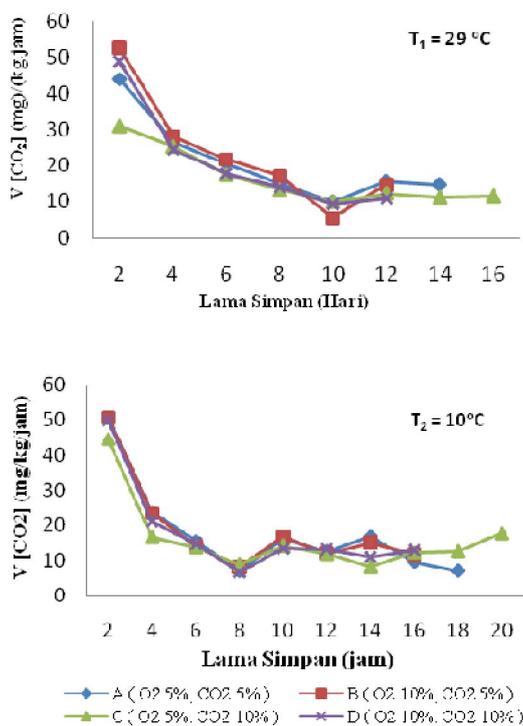
$$\% \text{ Total Asam} = \frac{(\text{ml NaOH} \times N \text{ NaOH} \times Fp)}{(\text{Berat Bahan})} \times 100\% \quad (3)$$

Pengukuran total padatan terlarut dilakukan dengan menggunakan Refraktrometer atago model IPR 201 sedangkan pengukuran tingkat kekerasan manggis dilakukan menggunakan alat Fruit Hardness Tester (5 kg KM Tokyo).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Laju Respirasi

Laju respirasi tertinggi manggis di dalam penyimpanan pada suhu ruang hanya terjadi pada awal-awal penyimpanan dan hari-hari berikutnya cenderung menurun dengan tingkat laju respirasi tertinggi pada suhu ruang adalah 52,64 mg/kg/jam untuk perlakuan pada toples B (O₂ 10% : CO₂ 5%). Perubahan nilai laju respirasi selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Laju respirasi manggis selama penyimpanan

Nilai laju respirasi pada suhu dingin maupun suhu ruang cenderung menurun dengan data yang berfluktuasi. Nilai rata-rata laju respirasi manggis di dalam suhu ruang lebih tinggi bila dibandingkan dengan suhu dingin. Suhu merupakan faktor utama yang mempengaruhi laju respirasi suatu produk hasil pertanian, sebab suhu yang tinggi mampu membuat proses metabolisme di dalam jaringan buah menjadi lebih aktif untuk memproduksi senyawa-senyawa kimia dalam melangsungkan proses

kehidupan setelah tidak lagi berada pada pohon atau batang induknya.

Nilai laju respirasi baik di dalam suhu dingin maupun suhu ruang di awal penyimpanan menunjukkan nilai yang sangat tinggi bila dibandingkan dengan hari-hari berikutnya. Hal ini diduga karena adanya pengaruh panas bahan sampel manggis pada awal penyimpanan dan saat hari sebelum dilakukan penyimpanan pada sampel dilakukan sortasi dan penimbangan serta pengukuran volume sampel, proses ini memakan waktu yang cukup lama, sehingga sampel terlalu lama berada di dalam ruangan.

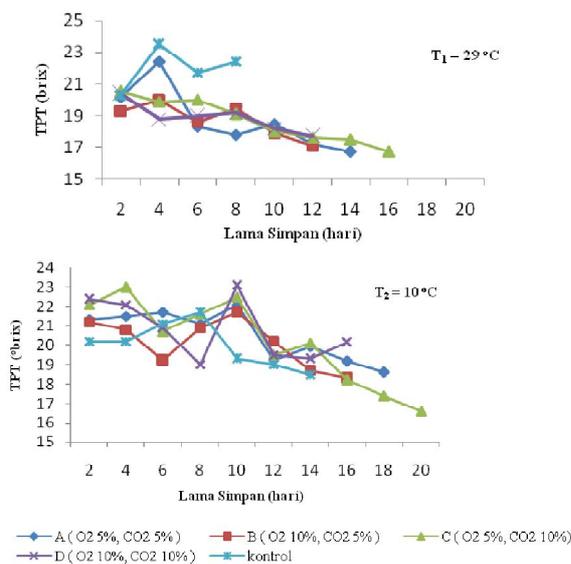
Pengaruh komposisi gas yang dilakukan untuk setiap perlakuan pada masing-masing sampel menunjukkan hasil yang berbeda-beda, hal ini menunjukkan bahwa pengaturan komposisi gas (O₂-CO₂) mampu memberikan pengaruh terhadap nilai laju respirasi manggis. Perlakuan C (O₂ 5% : CO₂ 10%) merupakan komposisi gas terbaik dalam penyimpanan manggis. Dari hasil penelitian perlakuan C (O₂ 5% : CO₂ 10%) memiliki umur simpan terlama, yaitu 16 hari di dalam suhu ruang (29 °C) dan 20 hari di dalam suhu dingin (10 °C).

Laju respirasi manggis di dalam suhu dingin memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan suhu ruang, karena pada dasarnya suhu dingin mampu mempengaruhi kerja etilen di dalam buah. Menurut Winarno (2002) menyatakan bahwa etilen (C₂H₂) yang diproduksi buah klimaterik lebih tinggi dibanding buah non-klimaterik, namun jumlah produksi etilen dapat diperlambat oleh suhu lingkungan yang dingin. Semakin tinggi produksi etilen maka semakin tinggi juga respirasi yang terjadi.

3.2. Total Padatan Terlarut (TPT)

Nilai TPT manggis pada setiap perlakuan memang berubah-ubah, hal ini dapat dilihat pada pola garis grafik yang terbentuk, namun pola garis dari peningkatan dan penurunan nilai TPT yang disimpan di dalam

suhu dingin menunjukkan adanya pola garis yang naik kemudian turun. Dari pola garis ini dapat kita simpulkan bahwa nilai TPT manggis akan mengalami peningkatan pada waktu tertentu dan setelah terjadi peningkatan nilai TPT akan cenderung menurun, ini sejalan dengan pernyataan dari Biale dalam Pantastico (1986) bahwa kecenderungan yang umum adalah mula-mula terdapat kenaikan kandungan gula yang kemudian disusul dengan penurunan. Nilai TPT manggis selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. TPT Manggis Selama Penyimpanan

TPT manggis mengalami tingkat perubahan yang berbeda-beda pada setiap perlakuan. Pada penyimpanan suhu ruang dan suhu dingin perubahan TPT menunjukkan pola nilai yang berfluktuasi. Namun, fluktuasi nilai TPT pada suhu dingin terlihat lebih stabil dibandingkan dengan TPT pada suhu ruang. Nilai TPT terendah pada penyimpanan suhu ruang adalah 16,7 °brix dan 16,6 °brix pada suhu dingin.

Apandi (1986) menyatakan, meningkatnya nilai TPT buah disebabkan oleh hidrolisis pati yang tidak larut dalam air menjadi gula yang larut dalam air. Gula dan hidrolisis polisakarida akan bertambah walaupun sebagian dari gula tersebut digunakan untuk

proses respirasi. Sama halnya dengan pernyataan dari Pantastico (1986) bahwa, secara teoritis bila pati dihidrolisis akan terbentuk glukosa maka kadar gula dalam buah akan meningkat, tetapi pada kenyataannya perubahan tersebut relatif kecil atau kadang-kadang tidak berubah yang dikarenakan gula-gula yang dihasilkan terpakai dalam proses respirasi atau diubah menjadi senyawa lain.

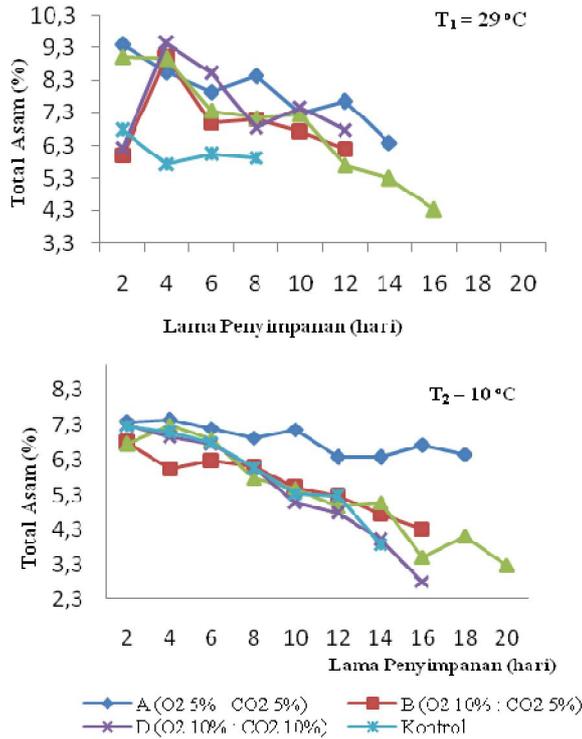
Pada dasarnya total padatan terlarut buah memiliki pola kenaikan dan penurunan yang berbeda-beda tergantung jenis dan sifat fisik dari buah tersebut. Buah yang memproduksi gula yang tinggi dapat menyebabkan laju respirasi yang tinggi, sebab seperti yang telah diungkapkan di atas bahwa sebagian gula yang terbentuk akan dipakai untuk proses respirasi sehingga produksi gula di dalam jaringan buah juga mempengaruhi laju respirasi.

3.3. Total Asam

Penyimpanan manggis dalam suhu ruang (29 °C) dan suhu dingin (10 °C) memiliki nilai total asam yang cenderung menurun. Namun, penurunan total asam manggis di dalam suhu dingin lebih stabil dibandingkan dengan suhu ruang, hal ini dapat dilihat pada Gambar 3, dimana dari pola garis pada suhu dingin total asam menurun secara stabil dan tidak ada terjadi peningkatan nilai total asam yang tinggi. Nilai total asam tertinggi pada penyimpanan suhu ruang untuk masing-masing perlakuan A (O₂ 5% : CO₂ 5%), B (O₂ 10% : CO₂ 5%), C (O₂ 5% : CO₂ 10%) dan D (O₂ 10% : CO₂ 10%) adalah 9,37 %, 6,01 %, 9,01 %, dan 6,24 %. Sedangkan nilai total asam terendah terjadi pada perlakuan C (O₂ 5% : CO₂ 10%) dengan total asam 4,31 % pada hari penyimpanan ke-16.

Total asam selama penyimpanan di dalam suhu ruang menunjukkan adanya peningkatan untuk perlakuan B (O₂ 10% : CO₂ 5%) dan D (O₂ 10% : CO₂ 10%) pada hari penyimpanan ke-4 sedangkan penyimpanan di dalam suhu dingin tidak terjadi peningkatan nilai total asam yang tinggi. Nilai total asam tertinggi terjadi hanya saat awal penyimpanan, hal ini

karena jaringan buah yang masih segar mampu memproduksi asam-asam organik dalam jumlah yang tinggi. Menurut Aminullah (2009) bahwa tingginya nilai total asam di awal penyimpanan terjadi karena jaringan buah yang masih segar, sehingga mampu memproduksi asam-asam organik dalam siklus Krebs.



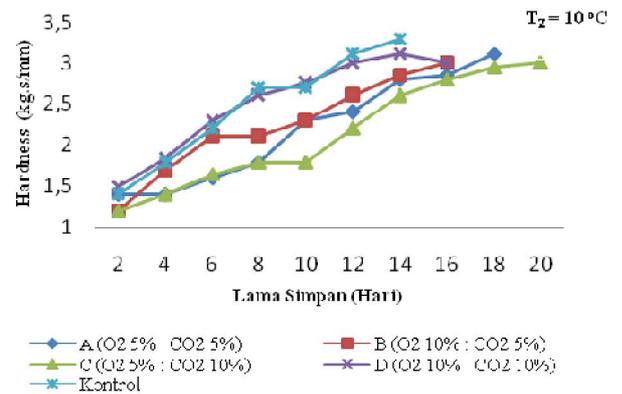
Gambar 3. Total Asam Manggis Selama Penyimpanan

Nilai total asam di dalam penyimpanan suhu dingin lebih rendah dibandingkan dengan suhu ruang, hal ini membuktikan bahwa suhu mampu memperlambat kerja enzim di dalam buah sehingga kegiatan metabolismenya pun menjadi rendah.

3.4. Tingkat Kekerasan Manggis

Tingkat kekerasan manggis selama penyimpanan baik di dalam suhu ruang maupun suhu dingin mengalami peningkatan hingga akhir penyimpanan. Kekerasan manggis di dalam suhu dingin seperti

terlihat pada Gambar 4. meningkat lebih stabil dibandingkan suhu ruang, hal ini disebabkan karena suhu dingin mampu memperlambat laju kehilangan kadar air di dalam buah, sedangkan di dalam suhu ruang kehilangan kadar air lebih tinggi sehingga nilai kekerasan manggis lebih tinggi dibanding suhu dingin. Sebagai contoh, untuk perlakuan yang sama A (O₂ 5% : CO₂ 5%) tingkat kekerasan tertinggi pada penyimpanan suhu ruang adalah 3,30 kg.s/mm pada hari penyimpanan ke-14, sedangkan di dalam suhu dingin tingkat kekerasan manggis hari penyimpanan ke-14 adalah 2,80 kg.s/mm dan tingkat kekerasan tertinggi adalah 3,10 kg.s/mm pada hari penyimpanan ke-18.



Gambar 4. Perubahan Tingkat Kekerasan Manggis Selama Penyimpanan

Kekerasan kulit menurun pada awal dan meningkat pada akhir penyimpanan. Penurunan kekerasan pada awal penyimpanan diduga karena adanya perombakan protopektin yang tidak larut menjadi asam pektat dan pektin yang larut dalam air. Metabolisme buah berupa transpirasi dan respirasi berlangsung lebih cepat pada suhu ruang. Hukum Vant't Hoff menyatakan bahwa laju reaksi kimia dan biokimia meningkat dua atau tiga kali untuk setiap kenaikan suhu 10 °C (Winarno, 2002). Tingkat kekerasan manggis pada dasarnya terjadi akibat adanya zat pektin yang terkandung di dalam kulit manggis. Suhu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap

aktifitas pektin di dalam suatu jaringan buah. Selama proses penyimpanan tingkat kekerasan manggis sangat mempengaruhi mutu buah, karena semakin keras kulit manggis cenderung mengindikasikan bahwa telah terjadi kerusakan pada daging buah (Achmad, 2005). Dari hasil penelitian tingkat kekerasan manggis 2,80 kg.s/mm sampai 3,00 kg.s/mm cenderung menunjukkan kondisi daging buah yang mulai mengalami kerusakan.

3.5. Umur Simpan Manggis

Umur simpan manggis di dalam penyimpanan atmosfer termodifikasi ini bertahan hingga 20 hari pada penyimpanan suhu dingin (10°C) dengan perbandingan gas 5% O₂ dan 10% CO₂. Sedangkan di dalam suhu ruang manggis bertahan hingga 16 hari dengan perbandingan gas 5% O₂ dan 10% CO₂. Kerusakan yang terjadi pada manggis selama penyimpanan di dalam suhu ruang dan suhu dingin memiliki perbedaan. Kerusakan manggis seperti daging buah yang menjadi berubah warna menjadi coklat dan berlendir terjadi di dalam penyimpanan suhu ruang, sedangkan di dalam suhu dingin kerusakan yang terjadi hanya mengerutnya daging buah sehingga daging buah terlepas dari kulitnya serta timbulnya aroma daging buah yang tidak enak.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pengaturan jumlah udara dan CO₂ yang dikombinasikan dengan suhu penyimpanan dapat memberikan pengaruh terhadap laju respirasi manggis. Komposisi gas perlakuan C (O₂ 5% : CO₂ 10%) merupakan komposisi gas terbaik pada penelitian ini, dengan umur simpan mencapai 20 hari di dalam suhu dingin 10°C dan 16 hari di dalam suhu ruang 29°C.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk dilakukannya penelitian lanjutan tentang penyimpanan buah dalam atmosfer termodifikasi dengan

komposisi gas yang lebih variatif dengan menggunakan media penyimpanan dalam skala yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, H. 2005. Pengaruh Pektin Terhadap Jaringan Buah Lepas Panen. Armico Press. Bandung.
- Aminullah, M. 2009. Pasca Panen Jeruk. Transmedia. Jakarta.
- Apandi, M. 1986. Teknologi Buah dan Sayuran. Alumni. Bandung.
- Cahyono, F. 2011. Budidaya Manggis. Grafindo. Surabaya.
- Hidayat, A. 2000. Budi Daya Manggis. Ganesa. Bandung.
- Kartasapoetra, A.G. 1999. Teknologi Penanganan Pasca Panen. PT Rhineka Cipta. Jakarta.
- Pantastico, ER.B. 1986. Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan, Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Gadjah Mada \ University. Yogyakarta.
- Suhardiman. 1997. Penanganan dan Pengolahan Buah Pasca Panen. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Winarno, F.G. dan M. Aman. 2002. Fisiologi Lepas Panen. Sustru Hudaya. Bogor.