
Pengaruh 1-Methylcyclopropene, Paket Perlakuan Pascapanen, dan Suhu Simpan terhadap Masa Simpan dan Mutu Buah Manggis

Effects of 1-Methylcyclopropene, Postharvest Treatment Packages, and Store Temperature on the Storage Period and Quality of Mangosteen Fruit

R Fitria^{1*}, Soesiladi E. Widodo^{1*}, Muhammad Kamal¹, Agus Karyanto¹, Zulferiyenni²

¹ Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

² Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Email: jfitriaqupid@yahoo.co.id, sestiwidodo@gmail.com

Disubmit: 28 Juni 2021

Direvisi: 14 Juli 2021

Diterima: 10 Agustus 2021

Abstract: *This study aimed to determine the single effect of the application of anti-ethylene 1-methylcyclopropene (1-MCP) compound, fruit treatment packages, storage temperature, and their combination, and get the best treatment to increase the shelf-life and maintain the quality of the mangosteen fruit. Postharvest treatment was applied to stage II mangosteen and observation was terminated when the mangosteen fruit reached stage VI. The results showed that the application of anti-ethylene 1-MCP had no significant effect on fruit shelf-life and able to inhibit a decrease in free acid content of mangosteen fruit. Package treatment could extend the fruit shelf-life by 11 days longer and reduce the fruit weight loss by 4-5% lower than control. The storage of mangosteen at a low temperature of 16-18 °C could extend the fruit shelf-life by 10 days longer than the control. The best treatment for the export of mangosteen fruit was the combination of 1-MCP of 1 g MCP powder/30 ml water, treatment package of 2.5% chitosan + plastic wrapping, and low storage temperatures of 16-18 °C which was able to prolong the fruit shelf-life by 24 days longer than controls and was able to maintain the quality of the mangosteen fruit.*

Keywords: *chitosan, KD-112, mangosteen, 1-methylcyclopropene, temperature*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek tunggal aplikasi senyawa anti-etilen 1-MCP, paket perlakuan buah, suhu simpan, dan kombinasinya, serta mendapatkan perlakuan terbaik untuk meningkatkan masa simpan dan mempertahankan mutu buah manggis. Perlakuan pascapanen diterapkan pada buah manggis stadium II (kulit buah hijau kekuningan) dan pengamatan dihentikan jika buah manggis sudah mencapai stadium VI (kulit buah ungu gelap). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi anti-etilen 1-methylcyclopropene (1-MCP) tidak berpengaruh nyata terhadap masa simpan, mampu menghambat penurunan kandungan asam bebas 0,09–0,13 g/100 g,

namun tidak mempengaruhi peubah mutu buah manggis lainnya. Paket perlakuan buah mampu memperpanjang masa simpan 11 hari lebih lama dan menurunkan susut bobot buah 4-5% lebih rendah dibandingkan kontrol dan mampu mempertahankan mutu buah manggis. Penyimpanan buah manggis pada suhu rendah 16-18 °C mampu memperpanjang masa simpan 10 hari lebih lama dibandingkan kontrol dan mampu mempertahankan mutu buah manggis. Perlakuan terbaik untuk ekspor buah manggis ialah kombinasi antara 1-MCP (1 g/30 ml air), paket perlakuan (2,5% kitosan + *plastic wrapping*), dan penyimpanan pada suhu rendah 16-18 °C yang mampu memperpanjang masa simpan 24 hari lebih lama dibandingkan kontrol dan mampu mempertahankan mutu buah manggis.

Kata kunci: kitosan, KD-112, manggis, 1-methylsyclopropene, suhu

PENDAHULUAN

Buah manggis merupakan buah klimakterik dengan masa simpan singkat dan penurunan mutu buah yang cepat. Tingkat kemasakan buah manggis stadium I memiliki masa simpan lebih lama dibanding tingkat kemasakan lebih tinggi, serta tidak ada perbedaan mutu kimia saat buah mencapai stadium VI (Palapol et al., 2009). Pada penelitian lain juga membuktikan bahwa tingkat kemasakan manggis stadium 0 dan II memiliki masa simpan 2,96 dan 3,15 hari lebih lama dibanding stadium VI. Namun stadium 0 memiliki total padatan terlarut terendah dibanding stadium lainnya saat mencapai stadium VI (Widodo et al., 2017), sehingga pada penelitian ini dipilih manggis stadium II.

Cepatnya perubahan mutu buah manggis di antaranya disebabkan oleh respirasi, transpirasi, dan produksi etilen yang masih berjalan di dalam penyimpanan. Senyawa 1-MCP ketika diaplikasikan pada waktu yang tepat akan menempati reseptor hormon etilen yang berfungsi mencegah menempelnya etilen pada reseptor hormon etilen (Ohashi et al., 2016). Kegagalan menempelnya etilen pada reseptor hormon etilen akan menghambat proses metabolisme buah, sehingga menghambat *senescens* buah.

Edible coating seperti *sugar ester bland* (KD-112) dan kitosan memiliki mekanisme kerja yang sama. KD-112 melapisi permukaan kulit buah yang secara langsung menghambat masuknya O₂ dan meningkatkan konsentrasi CO₂ dalam buah (Widodo et al., 2016). Kitosan juga mampu membentuk lapisan penghalang sehingga menurunkan kadar O₂ dan meningkatkan kadar CO₂ dalam buah (Novita et al., 2012).

Plastic wrapping lebih efektif menghambat respirasi dan transpirasi buah, karena *plastic wrapping* mampu menciptakan penghalang pergerakan O₂, CO₂ dan H₂O. Rendahnya konsentrasi O₂ di dalam buah menghambat pembentukan etilen, karena O₂ merupakan co-substrat oksidasi ACC menjadi etilen oleh ACC oksidase (ACO) (Vo et al., 2016).

Penyimpanan pada suhu rendah dilakukan untuk menghambat kerja enzim pada proses metabolisme di dalam buah sehingga menunda proses pemasakan buah (Fransiska et al., 2013). Selain itu, suhu rendah juga memiliki kemampuan untuk memperlambat perkembangan spora jamur penyebab penyakit

pascapanen buah, karena jamur memiliki kemampuan yang berbeda dalam beradaptasi dengan suhu (Singh et al., 2012).

Kombinasi perlakuan pascapanen yang tepat akan semakin memperpanjang masa simpan dan memperlambat perubahan mutu buah yang diekspor. Beberapa penelitian membuktikan bahwa pengkombinasian perlakuan pascapanen seperti 25% kitosan dan *plastic wrapping* (Widodo et al., 2017), 14% *sugar ester blend* (KD-112) dan *plastic wrapping* (Zulferiyenni et al., 2017), kitosan dan suhu rendah (11°C) (Hong et al., 2012), serta kombinasi perlakuan pengemasan LDPE, anti etilen (1-MCP) dan suhu rendah (13°C) (Vo et al., 2016) memperpanjang masa simpan dan memperlambat perubahan mutu buah dibanding perlakuan tunggal masing-masing. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek tunggal aplikasi senyawa anti-etilen 1-MCP, paket perlakuan buah (kombinasi antara 14% KD-112 atau 2,5% kitosan dengan satu lapis *plastic wrapping*), suhu simpan, dan kombinasinya, serta mendapatkan perlakuan terbaik untuk meningkatkan masa simpan dan mempertahankan mutu buah manggis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pascapanen Hortikultura, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Juli hingga Agustus 2018. Bahan utama penelitian adalah buah manggis stadium II (kulit buah hijau kekuningan). Bahan lain yang digunakan antara lain kitosan (*cosmetics grade*), *sugar-ester blend* KD-112, *plastic wrapping*, senyawa anti-etilen 1-MCP, aquades, asam asetat, 0,1 N NaOH dan fenoltalein. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ruang simpan (suhu ruangan 27–28 °C dan suhu rendah 16–18 °C), timbangan, penetrometer, refraktrometer-tangan 'Atago', biuret, gelas ukur, sentrifuge, erlenmeyer, labu ukur, gelas piala, pipet gondok, pipet tetes, tabung sampel, kulkas, termometer, blender, pisau, talenan, saringan, dan piring *styrofoam*.

Rancangan perlakuan disusun secara faktorial 3 x 3 x 2. Faktor I adalah 1-MCP (0, 1, dan 3 g MCP/30 ml air), faktor II adalah paket perlakuan pascapanen (tanpa paket, 14% KD-112 + satu lapis *plastic wrapping*, dan 2,5% kitosan + satu lapis *plastic wrapping*), sedangkan faktor III adalah suhu simpan (suhu ruang 27-28 °C dan suhu rendah 16-18 °C). Masing-masing diulang tiga kali, setiap ulangan terdiri atas satu buah manggis.

Buah manggis stadium II yang dipanen dari Kotaagung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung segera dibawa ke Laboratorium Pascapanen Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung untuk dilakukan sortasi berdasarkan ukuran dan tingkat kemasakan yang, setelah itu permukaan buah manggis dibersihkan. Buah yang telah siap, dimasukkan ke dalam dua kontainer kedap udara bervolume 80 liter, yang di dalamnya masing-masing dimasukan larutan 1-MCP 1 atau 3 g MCP/30 ml air. *Gassing* dengan 1-MCP dilakukan di dalam kontainer kedap-udara bervolume 80 liter terhadap sampel buah tersebut selama 24 jam. Setelah *gassing* dengan 1-MCP, buah segera dikeluarkan dan selanjutnya dicelup selama ± 10 detik ke dalam larutan 2,5% kitosan atau 14% KD-112. Setelah kering-angin, buah dilapisi dengan satu lapis *plastic wrapping*, diletakkan di piring *styrofoam* dan disimpan di dalam ruang dengan suhu kamar

(27-28 °C) dan suhu rendah (16-18 °C), diamati sesuai dengan peubah pengamatan hingga tingkat kemasakan buah mencapai stadium VI (kulit buah ungu gelap) (Palapol et al., 2009).

Pengamatan dilakukan sebelum penerapan perlakuan dan saat akhir pengamatan. Peubah yang diamati adalah lama masa simpan, susut bobot buah, tingkat kekerasan buah, kandungan padatan terlarut (°Brix), asam bebas, dan kemanisan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan selanjutnya dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf nyata 5% (Statistix 8).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis buah manggis pada penelitian ini dilakukan pada saat manggis telah mencapai stadium VI (kulit manggis berwarna hitam keunguan) (Palapol et al., 2009). Buah manggis stadium II pada penelitian ini yang tidak diaplikasikan 1-MCP, paket pengemasan dan tidak disimpan pada suhu rendah mencapai kemasakan penuh (stadium VI) tercepat yaitu pada 11,33 hari penyimpanan. Hal ini karena tidak adanya faktor penghambat pemasakan, sehingga proses pemasakan buah manggis kontrol di dalam penyimpanan berlangsung dengan cepat dibanding buah manggis yang diberi perlakuan.

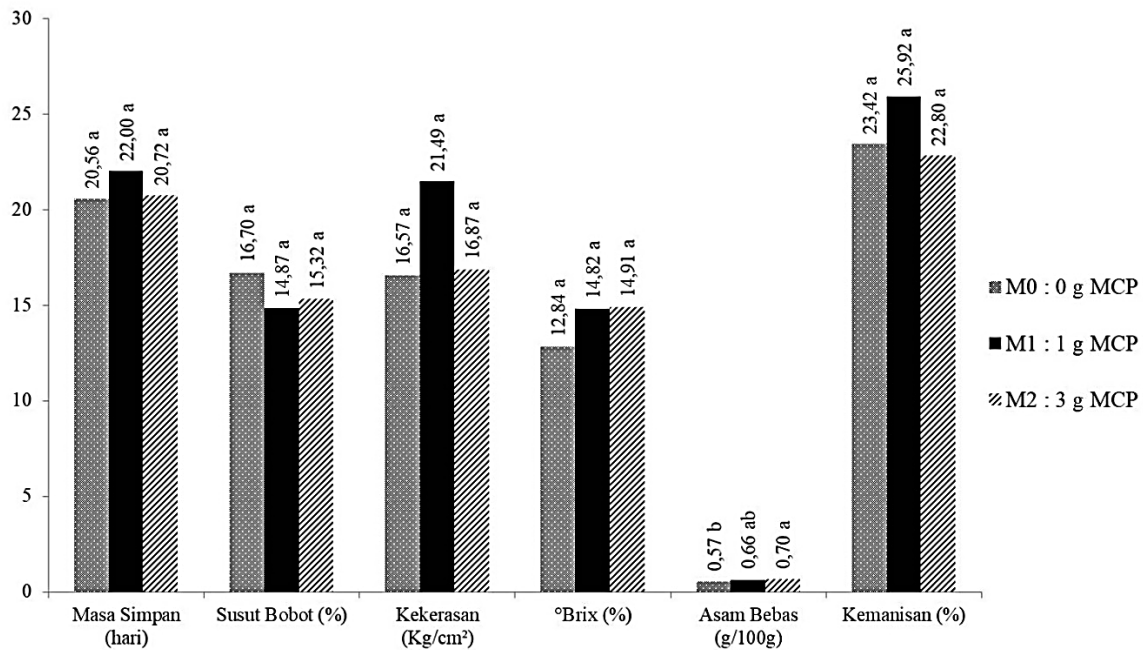
Perlakuan tunggal 1-MCP sebanyak 1 g/30 ml dan 3 g/30 ml air tidak berpengaruh nyata terhadap masa simpan manggis (Gambar 1). Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya suhu pengaplikasian, tingkat kematangan, waktu pemaparan, dan pembentukan reseptor baru pada membran sel (Ohashi et al., 2016). Pendapat lain juga menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi kerja 1-MCP diantaranya ialah konsentrasi 1-MCP, persaingan dengan etilen, lamanya waktu pemaparan gas hingga masuk ke dalam jaringan tanaman, suhu saat aplikasi (Blankenship, 2001).

Pengaplikasian 1-MCP yang tidak tepat waktu, seperti etilen telah berikatan dengan reseptor hormon sebelum pengaplikasian 1-MCP akan tetap menimbulkan efek pemasakan. 1-MCP adalah pesaing etilen dalam menepati reseptor hormon etilen, apabila diaplikasikan pada waktu yang tepat akan menepati reseptor hormon etilen sehingga dapat mencegah sintesis enzim degradatif, peningkatan laju respirasi, dan produksi etilen (autokatalisis) (Ohashi et al., 2016).

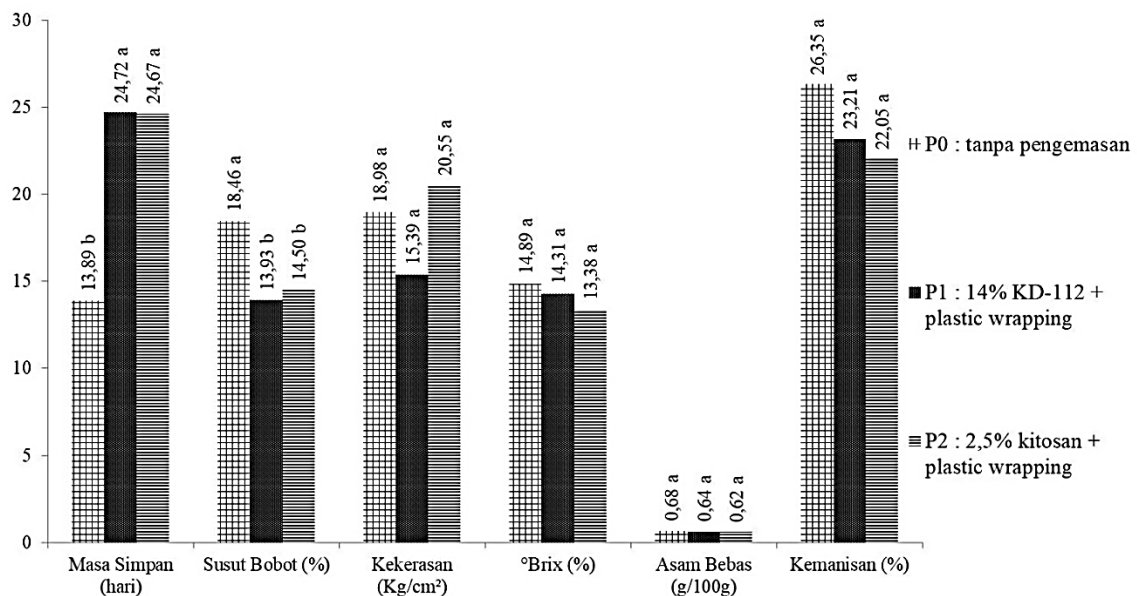
Paket perlakuan berupa KD-112 dan atau kitosan yang dikombinasikan dengan *plastic wrapping* berpengaruh nyata terhadap masa simpan. Kedua paket perlakuan tersebut berturut-turut mampu memperpanjang masa simpan 10,83 dan 10,78 hari lebih lama dibanding buah yang tidak diberi paket perlakuan (Gambar 2). KD-112 dan kitosan akan membentuk lapisan penghalang fisik bagi pergerakan O₂ dan CO₂ di lingkungan buah dengan demikian akan menekan respirasi dan produksi etilen sehingga menghambat proses pemasakan (Widodo et al., 2017; Zulferiyenni et al., 2017).

Edible coating belum sepenuhnya mampu menekan transpirasi sehingga dengan penambahan *plastic wrapping* dapat menghambat transpirasi dan susut bobot. Pengaplikasian *plastic wrapping* akan menekan kehilangan bobot, menurut hasil penelitian sebelumnya, pengaplikasian *plastic wrapping* pada buah

manggis mampu menekan susut bobot sebesar 2,77% (Widodo et al., 2017). Pada penelitian ini paket perlakuan KD-112 dan atau kitosan yang dikombinasikan dengan satu lapis *plastic wrapping* terbukti mampu menekan susut bobot berturut-turut sebesar 4,53% dan 3,96% (Gambar 2).



Gambar 1. Pengaruh 1-MCP terhadap masa simpan, susut bobot, kekerasan buah, °Brix, asam bebas, dan kemanisan manggis. Nilai pada grafik yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%.



Gambar 2. Paket perlakuan pengemasan terhadap masa simpan, susut bobot, kekerasan buah, °Brix, asam bebas, dan kemanisan manggis. Nilai pada grafik yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

Plastic wrapping memiliki permeabilitas yang lebih kecil terhadap uap air dan udara. Sehingga memperlambat proses pergerakan O₂, CO₂ dan uap air (H₂O) diseluruh lapisan (Zulferiyenni et al., 2017). Permeabilitas yang lebih kecil terhadap udara, menyebabkan komposisi O₂, CO₂ menjadi terkontrol dan komposisi tersebut cenderung memperpanjang daya simpan buah (Suyanti dan Setyadjit, 2007), sehingga pemberian *plastic wrapping* lebih efektif menghambat respirasi dan transpirasi buah manggis.

Buah yang dikemas atau dilapisi akan berrespirasi menggunakan O₂ yang ada dalam kemasan buah tersebut. Respirasi yang terus berjalan di dalam penyimpanan mengakibatkan konsentrasi O₂ semakin menurun, selain itu buah yang berrespirasi juga mengeluarkan CO₂ ke luar buah, artinya konsentrasi CO₂ di dalam kemasan akan meningkat. Konsentrasi O₂ yang rendah dan CO₂ yang tinggi di dalam kemasan akan menghambat respirasi dan produksi etilen. Karena O₂ merupakan co-substrat oksidasi ACC menjadi etilen oleh ACC oksidase (ACO) (Vo et al., 2016).

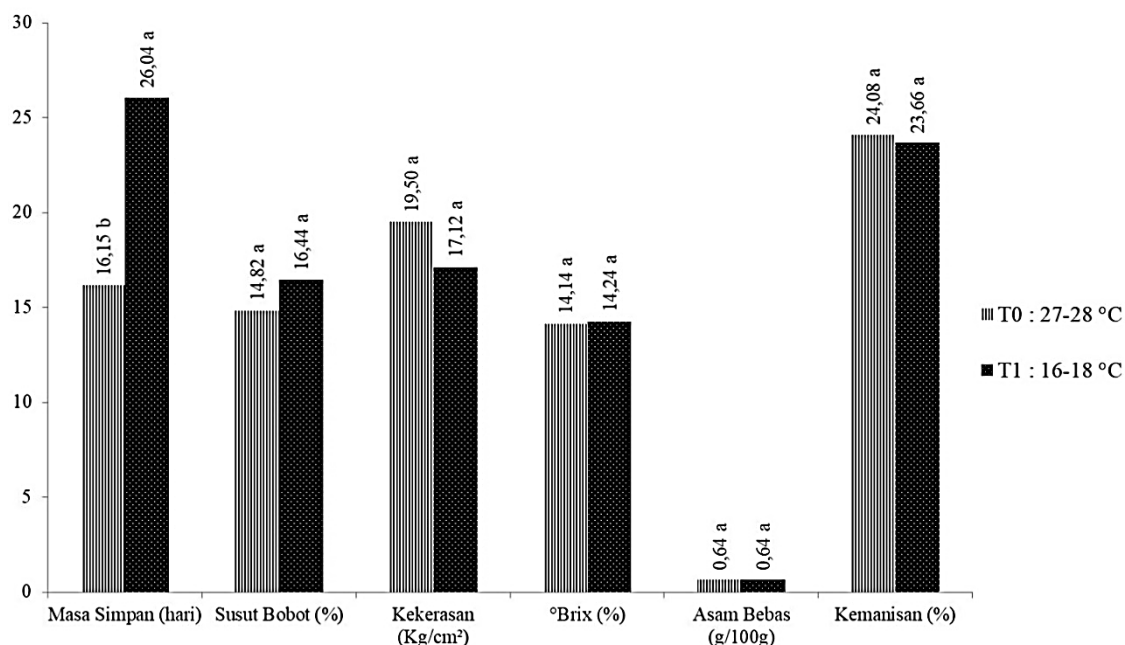
Respirasi akan terus menurun sejalan dengan penurunan O₂ dan peningkatan CO₂ di dalam kemasan. Semakin tinggi laju respirasi di dalam kemasan menyebabkan laju konsumsi O₂ juga meningkat, sehingga mempercepat buah mengalami kekurangan O₂ belum lagi kondisi CO₂, H₂O, dan energi yang tinggi di dalam kemasan menciptakan kondisi yang lembab dan panas [13], kondisi seperti ini dapat memicu fermentasi. Buah manggis yang dilapisi *edible coating* (KD-112 atau kitosan) dan dikemas dengan *plastic wrapping* memiliki permeabilitas sangat rendah dan masih dapat dilalui oleh O₂, CO₂ dan H₂O akan menekan tingkat respirasi serendah mungkin sebelum terjadinya proses fermentasi. Rendahnya tingkat respirasi akan memperlambat proses pemasakan buah.

Penyimpanan pada suhu rendah berpengaruh nyata terhadap masa simpan buah manggis. Buah manggis yang disimpan pada suhu rendah mampu memperpanjang masa simpan buah 9,89 hari lebih lama dibandingkan manggis yang disimpan pada suhu ruang (Gambar 3). Suhu rendah mampu menurunkan aktifitas enzim sehingga proses respirasi dan metabolisme di dalam buah menjadi terhambat, sehingga proses pemasakan buah juga terhambat (Fransiska et al., 2013). Hasil penelitian lain membuktikan bahwa, buah manggis yang disimpan pada suhu rendah 13°C memiliki masa simpan 10 hari lebih lama dibanding buah manggis yang disimpan pada suhu 25°C (Gastro et al., 2012).

Penyimpanan manggis pada suhu rendah juga dapat mempertahankan kesegaran buah, tetapi suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan kerusakan buah akibat suhu dingin (*chilling injury*) yang dicirikan dengan kulit manggis berwarna gelap dan mengeras (Suyanti dan Setyadjit, 2007). Pada penelitian ini tidak dijumpai buah manggis yang mengalami *chilling injury*. Sehingga peneliti menyatakan bahwa suhu 16-18 °C masih aman digunakan untuk pascapanen buah manggis.

Variabel susut bobot dapat dihambat oleh perlakuan tunggal paket perlakuan pengemasan, karena paket pengemasan pada penelitian ini memiliki permeabilitas yang rendah terhadap uap air sehingga meningkatkan kelembaban di dalam kemasan, kelembaban yang tinggi tersebut akan menghambat proses transpirasi buah (Johansyah et al., 2014), kelembapan yang rendah cenderung menyebabkan transpirasi yang lebih tinggi pada buah. Sedangkan perlakuan

tunggal 1-MCP dan suhu rendah tidak dapat menekan susut bobot (Gambar, 1, 2, dan 3). Hal ini karena pengaplikasian 1-MCP dan suhu rendah tidak bersifat sebagai pembungkus atau penghalang permukaan buah manggis, sehingga air dari dalam buah dapat keluar dengan bebas ke lingkungan.



Gambar 3. Pengaruh suhu simpan terhadap masa simpan, susut bobot, kekerasan buah, °Brix, asam bebas, dan kemanisan manggis. Nilai pada grafik yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

Masing-masing perlakuan tunggal pada penelitian ini tidak berpengaruh terhadap kekerasan buah dan mutu kimia buah yang meliputi °Brix, asam bebas, dan tingkat kemanisan buah (Gambar 1, 2, dan 3), artinya buah manggis yang diberi perlakuan tidak memiliki kandungan kimia yang berbeda dengan buah yang tidak diberi perlakuan pada saat mencapai kemasakan penuh (Stadium VI).

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa paket perlakuan pengemasan dan penyimpanan pada suhu rendah mampu memperpanjang masa simpan antar kombinasi keduanya. Apabila faktor perlakuan tersebut dikombinasikan dengan faktor lain maka mampu memperpanjang masa simpan buah lebih lama. Sedangkan perlakuan yang menggunakan kombinasi dengan paket perlakuan selain mampu memperpanjang masa simpan, dapat juga menekan susut bobot buah. Paket perlakuan yang terdiri dari KD-112 dan atau kitosan yang dikombinasikan dengan *plastic wrapping* berturut-turut memiliki susut bobot bobot 4,53% dan 3,96% lebih rendah dibanding kontrol dan tidak memiliki pengaruh yang berbeda pada mutu kimia buah (Gambar 2).

Buah manggis dapat disimpan lebih lama pada suhu rendah, namun transpirasi yang terus berjalan menyebabkan pengerasan kulit sehingga sulit dibuka saat akan dikonsumsi (Ahmad et al., 2014). Sehingga penyimpanan suhu rendah yang dikombinasikan dengan paket perlakuan pengemasan merupakan pilihan yang tepat untuk pascapanen buah manggis, karena pengemasan akan menghambat proses transpirasi dan mencegah pengerasan kulit buah manggis.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan antara pengaplikasian 1-MCP 1 g/30 ml air yang dikombinasikan dengan paket perlakuan KD-112 atau kitosan dan *plastic wrapping* serta disimpan pada suhu rendah memiliki masa simpan paling lama diantara kombinasi perlakuan lainnya serta memiliki mutu kimia yang tidak berbeda nyata. Manggis yang diberi perlakuan MIP1T1 (1-MCP 1 g/30 ml, KD-112 14% + *plastic wrapping*) dapat disimpan selama 33,67 hari artinya 22,34 hari lebih lama dibanding kontrol, sedangkan perlakuan MIP2T1 (1-MCP 1 g/30 ml, kitosan 2,5% + *plastic wrapping*) dapat disimpan selama 35,67 hari, artinya 24,34 hari lebih lama dibanding kontrol, dan tidak berpengaruh terhadap mutu kimia buah. Lamanya masa simpan ini merupakan evek dari perlakuan tunggal paket perlakuan dan suhu rendah yang diberikan.

Hal ini membuktikan bahwa paket perlakuan tersebut memang sangat baik diaplikasikan pada pascapanen buah manggis. Pada penelitian ini paket perlakuan juga terbukti mampu memperpanjang masa simpan lebih lama dibanding kontrol dan apabila dikombinasikan dengan penyimpanan suhu rendah maka memiliki masa simpan yang lebih lama dibanding perlakuan tunggal masing-masing perlakuan. Sedangkan 1-MCP tidak berpengaruh nyata pada penelitian ini, namun tetap saja jika dikombinasikan dengan paket perlakuan dan penyimpanan suhu rendah, memiliki masa simpan yang sangat panjang pada penelitian ini.

SIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah pengaplikasian perlakuan tunggal 1-MCP (1-methylcyclopropene) tidak berpengaruh nyata terhadap masa simpan dan tidak berpengaruh terhadap mutu buah manggis, perlakuan tunggal paket perlakuan memperpanjang masa simpan 10,83 (KD-112 + *plastic wrapping*) dan 10,78 (kitosan + *plastic wrapping*) hari lebih lama dibanding kontrol dan mampu menekan susut bobot serta tidak berpengaruh terhadap mutu buah manggis, perlakuan tunggal suhu rendah memperpanjang masa simpan 9,89 hari lebih lama dibanding kontrol dan tidak berpengaruh terhadap mutu buah manggis, dan pengaplikasian tiga kombinasi perlakuan (1-MCP 1 g/30 ml, paket perlakuan, dan suhu rendah) memperpanjang masa simpan 22,34 (M1P1T1) dan 24,34 (M1P2T1) hari lebih lama dibanding kontrol dan tidak berpengaruh terhadap mutu buah manggis.

SANWACANA

Ucapan terima kasih khusus ditujukan kepada Direktorat Jenderal Pemberdayaan dan Pengembangan Penelitian, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidik Tinggi, Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Kompetitif Nasional, Hibah Kompetensi 2018. Terima kasih kepada PT. Great Giant Foods Terbanggi Besar, Lampung Tengah melalui PT. Nusantara Tropical Farm, Labuhan Ratu, Lampung Timur, Indonesia yang telah menyediakan KD-112, dan Dr. Dwi Hapsoro yang bersedia melakukan diskusi selama menyiapkan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U., Darmawati, E., Refilia, N., R. 2014. Kajian metode pelilinan terhadap umur simpan buah manggis (*Garcinia mangostana*) semi-cutting dalam penyimpanan dingin, *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 19(2), 104–110.
- Blankenship, S. 2001. Ethylene effect and the benefit of 1-MCP. *Perishables handling quarterly*, 108, 2–4.
- Castro, M., Anjos, A., Rezende, A., Benato, E. A., Valentini, T. 2012. Postharvest technologies for mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) conservation, *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 32(4), 668–672.
- Fransiska, A., Hartanto, R., Lanya, B., Tamrin. 2013. Karakteristik fisiologi manggis (*Garcinia mangostana* L.) dalam penyimpanan atmosfer termodifikasi, *Teknik Pertanian Lampung*, 2(1), 1–6.
- Hong, K., Xie, J., Zhang, L., Sun, D., Gong, D. 2012. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage, *Scientia Horticulturae*, 144, 172–178.
- Johansyah, A., Prihastanti, E., Kusdiyantini, E. 2014. Pengaruh plastik pengemas low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE) dan polipropilen (pp) terhadap penundaan kematangan buah tomat (*Lycopersicon esculentum*, Mill), *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 22(1), 46-57.
- Novita, M., Satriana, M., Rohaya, S., Hasmarita, E. 2012. Pengaruh pelapisan kitosan terhadap sifat fisik dan kimia tomat segar (*Lycopersicon pyriforme*) pada berbagai tingkat kematangan, *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 4(3), 1–8.
- Ohashi, T. L., Foukaraki, S., Corrêa, D. S., Ferreira, M.D., Terry, L. 2016. Influence of 1-methylcyclopropene on the biochemical response and ripening of 'Solo' papayas, *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 38(2), 777–791.
- Palapol, Y., Ketsa, S., Stevenson, S., Cooney, J. M., Allan, A. C., Ferguson, I. B. 2009. Colour development and quality of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruit during ripening and after harvest, *Postharvest Biologi Teknologi*, 51(3), 349–353.
- Singh, P., Mishra, A. K., Tripathi, N. N. 2012. Assessment of mycoflora associated with postharvest losses of papaya fruits, *Journal of Agricultural Technology*, 8(3), 961–968.
- Suyanti dan Setyadjit. 2007. Teknologi penanganan buah manggis untuk mempertahankan mutu selama penyimpanan, *Buletin Teknologi Pascapanen*, 3, 66-73.
- Vo, T. T., Jitareerat, P., Uthairatanakij, A. K., Limmatvapirat, S., Kato, M. 2016. Effect of low density polyethylene bag and 1-MCP sachet for suppressing fruit rot disease and maintaining storage quality of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.), *International Food Research Journal*, 23(3), 1040–1047.
- Widodo, S. E., Kamal, M., Zulferiyenni, Fitria, Lerizka, M., Sari, M. Y. 2017. Postharvest applications of chitosan and plastic wrapping to mangosteen fruits of different fruit stages in affecting fruit shelf-life and qualities, *International Journal of Technology and Engineering Studies*, 3(6), 224–228.
- Widodo, S. E., Zulferiyenni, Dirmawati, S. R., Wardhana, R. A., Octavia, N., Cahyani, L. 2016. Effects of Sugar Ester Blend Coating of KD-112 and Plastic Wrapping on Fruit Shelf-Life and Qualities of 'California' Papaya, In: the 6th
-

- internasional Conference on Agriculture, Environment and Biological Sciences (ICAEBS'16)* Kuala Lumpur, Malaysia, 141–144.
- Zulferiyenni, Widodo, S. E., Kamal, M., Patmawati, D. C. 2017. Postharvest Package of Sugar-Esther Blend KD-112 and Plastic Wrapping Applied to Mangosteen Fruit at Ripening Stage 3 in Affecting Fruit Shelf-Life and Qualities, In: *The 6th International Conference on Innovations in Computational Bioengineering, Computer Sciences & Technology (IBCST)*. Kuala Lumpur, Malaysia, 1–5.