

Pengaruh Kombinasi Konsentrasi 1-Methylcyclopropene dan Asam Askorbat terhadap Kualitas Ketahanan Simpan Pascapanen Buah Tomat Beef 'Valoasis RZ'

Lilis Sugiarti¹, Syariful Mubarak^{2*}, dan Kusumiyati²

¹Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Departemen Budidaya, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Bandung-Sumedang Km 21

*Alamat korespondensi: syariful.mubarak@unpad.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 4-11-2020 Direvisi: 30-12-2020 Dipublikasi: 10-5-2021	The Effect of Concentration Combination of 1-Methylcyclopropene and Ascorbic Acid on Postharvest Life Quality of Tomato Beef 'Valoasis RZ'
Keywords: 1-Methylcyclopropene (1-MCP), Ascorbic acid (AA), Beef tomato, Ethylene, Postharvest	Beef tomatoes is one of the exclusive types of tomatoes. One of the postharvest problems of tomato fruit is short fruit shelf life due to the acceleration of ripening process as an effect of endogenous ethylene that produced during the ripening process. To improve postharvest life of tomato, non-activation of ethylene will be an effective approach such as using 1-Methylcyclopropene (1-MCP) as ethylene inhibitor combined with ascorbic acid (AA) as oxygen scavenger. The purpose of this study was to determine the best combination between the concentration of 1-MCP and AA on the shelf life and postharvest quality of beef tomatoes 'Valoasis RZ'. The experiment was conducted at the Laboratory of Plant Analysis and Postharvest Horticulture, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor. The experimental design used was a completely randomized design with 9 treatments and 3 replications. The fruits were harvested at the same maturity stage at pink and treated with a combination concentration of 1-MCP (0, 1, and 2 $\mu\text{L/L}$) and AA (0, 2, and 4%). The results showed that the combination of 1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ and AA 2% were more effective in improving postharvest life quality of tomato 'Valoasis RZ' by inhibiting weight loss and fruit firmness during 21 days of postharvest storage. The combination concentration of 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ and 4% AA gave the best results in maintaining the firmness of beef tomatoes for 21 days of storage.
Kata Kunci: 1-Methylcyclopropene (1-MCP), Asam askorbat (AA), Etilen, Pascapanen, Tomat beef	Tomat beef merupakan salah satu jenis tomat eksklusif yang dapat menjadi peluang bisnis. Permasalahan pascapanen buah tomat adalah adanya lonjakan produksi etilen pada saat proses pematangan yang berakibat buah tidak dapat disimpan dalam waktu lama. Pematangan buah tomat dapat diperlambat salah satunya dengan cara menghambat produksi etilen dengan 1-Methylcyclopropene (1-MCP) yang berfungsi sebagai <i>ethylene inhibitor</i> dikombinasikan dengan asam askorbat (AA) sebagai <i>oxygen scavenger</i> . Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kombinasi terbaik antara konsentrasi 1-MCP dan AA terhadap ketahanan simpan dan kualitas pascapanen buah tomat beef 'Valoasis RZ'. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Analisis Tanaman dan Pascapanen Hortikultura, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran di Jatinangor. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 9 perlakuan dan

3 ulangan. Buah dipanen pada tingkat kematangan yang sama yaitu kulit buah berwarna pink. Buah diberi perlakuan kombinasi konsentrasi 1-MCP 0 $\mu\text{L/L}$, 1 $\mu\text{L/L}$ dan 2 $\mu\text{L/L}$ dengan AA 0%, 2% dan 4%. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi 1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ dan AA 2% lebih efektif dalam meningkatkan ketahanan simpan buah tomat 'Valoasis RZ' dengan menghambat penurunan susut bobot buah selama 21 hari penyimpanan. Kombinasi konsentrasi 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ dan AA 4% memberikan hasil terbaik dalam mempertahankan kekerasan buah tomat beef selama 21 hari penyimpanan

PENDAHULUAN

Tomat beef adalah tomat yang ukurannya lebih besar dibandingkan dengan jenis tomat lainnya, sehingga merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan. Tomat beef serbaguna untuk dijadikan berbagai macam masakan, terutama untuk dijadikan pelengkap sandwich, pizza, atau dimakan mentah. Tomat adalah sumber nutrisi penting seperti folat, kalium, vitamin A, C, flavonoid dan karotenoid (Beecher, 1998). Karotenoid dan flavonoid memiliki efek perlindungan terhadap berbagai jenis kanker dan penyakit kardiovaskular (Wold *et al.*, 2004).

Tomat termasuk buah klimakterik dimana selama proses pematangan terjadinya peningkatan proses respirasi dan lonjakan produksi etilen (Watkins, 2006). Pelonjakan etilen pada saat pascapanen menjadi masalah utama yang menurunkan kualitas buah selama penyimpanan, sehingga umur simpan buah pendek (Mubarak *et al.*, 2015). Hal ini mengakibatkan buah tomat tidak dapat disimpan dalam waktu yang lama dan menurunkan nilai ekonomisnya. Untuk mengurangi penurunan kualitas buah tomat pada saat penyimpanan maka dibutuhkan teknologi penanganan pascapanen yang sesuai. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk menghambat respon etilen adalah dengan menggunakan *etilen inhibitor* yaitu 1-Methylcyclopropene (1-MCP) dan Asam Askorbat (AA).

Sisler dan Serek (1997) menyatakan 1-MCP merupakan suatu senyawa yang dapat memblokir reseptor etilen, sehingga menghalangi aktifitas etilen. Dengan demikian kualitas produk hortikultura dapat dipertahankan dalam waktu yang lebih lama. Hasil penelitian Park *et al.* (2016) membuktikan bahwa 1-MCP efektif menunda pematangan buah tomat selama penyimpanan. Penggunaan 1-MCP banyak dikombinasi dengan berbagai perlakuan lain diantaranya adalah dengan penggunaan kemasan,

suhu penyimpanan dan senyawa antioksidan. Asam askorbat adalah antioksidan dan salah satu bahan pelapis yang dapat dimakan (Sogvar *et al.*, 2016). Asam askorbat sebagai *oxygen scavenger* dapat menurunkan jumlah oksigen. Jumlah oksigen yang rendah menghambat kinerja ACC Oksidase yaitu enzim yang merubah 1-aminocyclopropene-1-carboxylic acid (ACC) menjadi etilen, sehingga proses biosintesis etilen terhambat dan pada akhirnya dapat menghambat pematangan (Ebrahimzadeh *et al.*, 2008). Informasi keefektifan 1-MCP yang dikombinasikan dengan Asam askorbat dalam mempertahankan kualitas buah tomat beef belum diketahui, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh 1-MCP yang dikombinasikan dengan asam askorbat terhadap ketahanan simpan pasca panen buah tomat beef.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Analisis Tanaman dan Pascapanen Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, pada bulan September sampai Oktober 2020. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap dengan kombinasi konsentrasi antara 1-MCP dan AA sebagai berikut: A (1-MCP 0 $\mu\text{L/L}$ + AA 0%), B (1-MCP 0 $\mu\text{L/L}$ + AA 2%), C (1-MCP 0 $\mu\text{L/L}$ + AA 4%), D (1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 0%), E (1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 2%), F (1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 4%), G (1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ + AA 0%), H (1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ + AA 2%), I (1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ + AA 4%). Total perlakuan sebanyak 9 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan, sehingga ada 27 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 10 buah sehingga total dibutuhkan 270 buah tomat. Parameter percobaan diamati pada empat waktu periode simpan yaitu 0, 7, 14 dan 21 hari setelah perlakuan.

Bahan yang digunakan antara lain buah tomat beef 'Valoasis RZ' yang diperoleh dari kebun hidroponik Universitas Padjadjaran Jatinangor, 1-

Methylcyclopropene (1-MCP), asam askorbat dan tween. Buah tomat dipanen pada tingkat kematangan kulit buah berwarna pink dengan bobot 175-300 g. Pelaksanaan percobaan diawali dengan memasukan buah tomat ke dalam masing-masing box kaca. Selanjutnya serbuk 1-MCP ditimbang sesuai perlakuan dimasukkan ke dalam botol film dan diberi 3 tetes akuades. Botol kaca yang berisi 1-MCP dimasukkan ke dalam masing-masing box kaca, kemudian box kaca ditutup rapat diinkubasikan selama 24 jam (Mubarok *et al.*, 2019). Setelah 24 jam box kaca dibuka, dan buah tomat diambil diberi perlakuan asam askorbat 0%, 2% dan 4%, dengan cara merendam buah tomat ke dalam larutan asam askorbat yang ditambahkan dengan cairan perekat (tween) sebanyak tiga tetes selama kurang lebih sepuluh menit dan kemudian ditiriskan, selanjutnya disimpan di atas meja pada suhu ruang untuk diamati ketahanan simpan dan perubahan kualitas buah yang terjadi selama proses penyimpanan pada suhu ruang. Pengamatan meliputi ketahanan simpan, persentase susut bobot, dan kekerasan buah. Ketahanan simpan ditentukan dengan menghitung hari dari awal penyimpanan sampai munculnya bercak hitam atau kerutan lebih dari 10% permukaan buah (Mubarok *et al.*, 2015). Susut bobot buah diukur dengan membandingkan bobot buah sebelum perlakuan dengan bobot buah selama pengamatan dengan menimbang setiap sampel menggunakan timbangan analitis setiap tujuh hari yaitu mulai dari 0, 7, 14 dan 21 hari setelah perlakuan pascapanen. Kekerasan buah diukur menggunakan alat Texture analyzer model TA-XTEexpress (Stable Micro Systems Ltd., United Kingdom) menggunakan prob selection no. 6. Pengukuran dilakukan di tiga titik yaitu bawah satu titik dan samping dua titik pada masing-masing buah. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Tukey dengan $p < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketahanan Simpan Buah

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian 1-MCP dan AA berpengaruh terhadap ketahanan simpan buah tomat. Pemberian 1-MCP yang dikombinasikan dengan AA pada semua konsentrasi memberikan pengaruh yang lebih baik dalam memperpanjang umur simpan buah tomat dibandingkan buah yang hanya diberi 1-MCP

ataupun AA. Pemberian 1-MCP 1 atau 2 $\mu\text{L/L}$ yang dikombinasikan dengan AA 2% atau 4% menghasilkan umur simpan buah yang paling lama dibandingkan dengan kontrol berkisar antara 5-6 hari lebih lama dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi 1-MCP dan AA terhadap ketahanan simpan

Perlakuan	Ketahanan simpan (hari)
A = 1-MCP 0 $\mu\text{L/L}$ + AA 0%	20,67 a
B = 1-MCP 0 $\mu\text{L/L}$ + AA 2%	21,67 ab
C = 1-MCP 0 $\mu\text{L/L}$ + AA 4%	21,67 ab
D = 1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 0%	21,67 ab
E = 1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 2%	25,67 c
F = 1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 4%	25,33 c
G = 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ + AA 0%	22,67 b
H = 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ + AA 2%	25,33 c
I = 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ + AA 4%	26,67 c

Keterangan: Nilai yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan bahwa nilai tersebut tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf 5%.

Ketahanan simpan merupakan faktor yang penting dalam pascapanen komoditas hortikultura, khususnya buah tomat. Ketahanan simpan ditunjukkan dengan lama umur simpan. Umur simpan didefinisikan sebagai rentang waktu tertentu untuk suatu produk agar tetap layak untuk dikonsumsi sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh konsumen (Olivares-Tenorio *et al.*, 2017). Blankenship dan Dole (2003) menyatakan 1-MCP menghambat proses pengikatan etilen ke reseptornya sehingga dapat digunakan untuk mencegah efek etilen pada banyak produk hortikultura. 1-Methylcyclopropene telah terbukti memperpanjang umur simpan, mempertahankan tekstur buah, menunda akumulasi karotenoid, dan mengurangi laju respirasi dan produksi etilen (Blankenship & Dole, 2003; Cliff *et al.*, 2009). Hasil penelitian Mubarok *et al.* (2019) menunjukkan bahwa 1-MCP berpengaruh positif dalam menunda kerusakan buah pisang muli dengan meningkatkan umur simpan buah, dengan nilai rata-rata 3,5 sampai 4,5 hari lebih lama dibandingkan dengan sebelumnya. Perlakuan 1-MCP 20 $\mu\text{L/L}$ selama dua jam pada buah tomat matang terbukti memperpanjang umur simpan 25% (Wills & Ku, 2002).

Asam askorbat adalah antioksidan dan salah satu bahan pelapis yang dapat dimakan. Aplikasi bahan pelapis yang dapat dimakan terbukti sebagai cara untuk meningkatkan kualitas dan memperpanjang penyimpanan seperti pada buah papaya (Tapia *et al.*, 2008) dan stroberi (Vargas *et al.*, 2006). Pemberian perlakuan AA 5% yang dikombinasikan dengan lidah buaya dapat menjaga kualitas dan memperpanjang masa pascapanen buah stroberi (Sogvar *et al.*, 2016). Pemberian perlakuan 40 mM AA dan 1% Citosan dapat memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kualitas buah plum selama penyimpanan dibandingkan dengan tanpa perlakuan (Liu *et al.*, 2014). Hasil penelitian Napitupulu (2013) diperoleh bahwa perlakuan AA dikombinasikan dengan KMnO_4 , Ca(OH)_2 dapat mempertahankan ketahanan simpan dan kesegaran buah pisang barangan 20 sampai 25 hari pada suhu kamar.

Persentase Susut Bobot Buah

Selama proses penyimpanan buah terjadi penurunan bobot buah yang terjadi akibat

transpirasi pada buah. Pemberian 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ yang dikombinasikan AA 4% mampu menghambat proses transpirasi yang menghasilkan persentase susut bobot lebih rendah pada 7, 14 dan 21 hari setelah penyimpanan dibandingkan dengan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 2%, 1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 4% dan 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ + AA 2% (Tabel 2). Hal serupa ditunjukkan oleh Setyadjit dkk. (2012) yang menyatakan bahwa pemberian 1-MCP 30,625 mg/100 ml dan 61,25 mg/100 ml dapat menghambat susut bobot dan penurunan volume buah tomat. Hal serupa diperlihatkan oleh Guillén *et al.* (2007) yang melaporkan bahwa pemberian 1-MCP 0,5 $\mu\text{L/L}$ selama 12 jam mampu menghambat penurunan susut bobot buah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil penelitian Lo'ay & Dawood (2017) diperoleh bahwa kombinasi perlakuan AA 8,2 mM dan kitosan dapat mengurangi kehilangan air. Semakin kecil kehilangan air pada buah selama penyimpanan berakibat semakin kecil persentase susut bobot buah.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi 1-MCP dan AA terhadap susut bobot

Perlakuan	Susut bobot (%)		
	7 HSP	14 HSP	21 HSP
A = 1-MCP 0 $\mu\text{L/L}$ + AA 0%	6,85 e	9,09 d	14,51 d
B = 1-MCP 0 $\mu\text{L/L}$ + AA 2%	6,62 e	8,68 d	12,27 d
C = 1-MCP 0 $\mu\text{L/L}$ + AA 4%	5,08 de	7,22 cd	11,47 cd
D = 1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 0%	4,71 cd	5,58 abc	8,94 bc
E = 1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 2%	3,15 abc	4,97 abc	7,54 ab
F = 1-MCP 1 $\mu\text{L/L}$ + AA 4%	2,49 ab	4,08 ab	6,54 ab
G = 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ + AA 0%	4,24 bcd	6,08 bc	8,60 bc
H = 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ + AA 2%	2,20 a	3,99 ab	4,50 a
I = 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ + AA 4%	1,31 a	3,32 a	4,14 a

Keterangan: Nilai yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan bahwa nilai tersebut tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf 5%. HSP: hari setelah penyimpanan.

Kekerasan Buah

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian 1-MCP 2 $\mu\text{L/L}$ yang dikombinasikan dengan AA 4% memberikan nilai kekerasan buah paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada 7, 14 dan 21 hari setelah penyimpanan (Tabel 3). Kekerasan buah pada umumnya akan menurun selama proses penyimpanan. Hal ini dikarenakan proses respirasi dan transpirasi buah akan terus berjalan, sehingga berpengaruh terhadap

kekerasan buah. Pemberian 1-MCP dikombinasikan dengan AA secara nyata dapat menghambat susut bobot buah yang mengindikasikan kandungan air dalam buah masih tinggi hal ini akan berpengaruh terhadap kekerasan buah yang lebih keras dibandingkan dengan kontrol. Selama proses pematangan buah terjadi perombakan karbohidrat dalam buah yang menyebabkan buah menjadi lunak (Syafutri dkk., 2006).

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi 1-MCP dan AA terhadap kekerasan

Perlakuan	Tekstur (N)						
		7 HSP		14 HSP		21 HSP	
A	= 1-MCP 0 μ L/L + AA 0%	13,05	a	11,74	a	8,89	a
B	= 1-MCP 0 μ L/L + AA 2%	13,56	b	12,51	b	9,76	b
C	= 1-MCP 0 μ L/L + AA 4%	14,19	c	12,89	c	9,61	b
D	= 1-MCP 1 μ L/L + AA 0%	14,64	d	12,29	b	9,41	ab
E	= 1-MCP 1 μ L/L + AA 2%	16,56	f	14,35	e	11,28	d
F	= 1-MCP 1 μ L/L + AA 4%	17,26	g	14,74	f	11,62	d
G	= 1-MCP 2 μ L/L + AA 0%	15,56	e	13,29	d	10,51	c
H	= 1-MCP 2 μ L/L + AA 2%	16,58	f	15,06	f	11,42	d
I	= 1-MCP 2 μ L/L + AA 4%	21,16	h	17,53	g	14,13	e

Keterangan: Nilai yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan bahwa nilai tersebut tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf 5%. HSP: hari setelah penyimpanan.

Hasil penelitian Opiyo dan Ying (2005) disimpulkan bahwa pelunakan buah akan tertunda dengan pemberian 1-MCP. Hal serupa dilaporkan oleh Guillén *et al.* (2007) bahwa aplikasi waktu inkubasi 1-MCP selama 24 jam secara signifikan memberikan hasil kekerasan buah yang lebih tinggi dan persentase kehilangan bobot buah lebih kecil pada buah tomat. Selain dengan pemberian 1-MCP, AA mampu menghambat proses pelunakan buah (Sogvar *et al.*, 2016). Hal serupa dilaporkan oleh Lo'ay dan Dawood (2017) bahwa kombinasi perlakuan AA 8,2 mM dan kitosan dapat mengurangi kehilangan air selama penyimpanan sehingga menstabilkan tekstur buah anggur. Bahan pelapis dapat berfungsi sebagai penghalang kelembaban dan gas semipermeable, pengendali pertumbuhan mikroba serta sebagai pengawet warna dan kekerasan (Bourtoom, 2008).

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa efektivitas 1-MCP akan meningkat setelah dikombinasikan dengan AA dalam meningkatkan kualitas ketahanan simpan buah tomat. Pemberian 1-MCP 2 μ L/L yang dikombinasikan dengan AA 4% memberikan lama ketahanan simpan buah yang lebih lama enam hari dibandingkan dengan kontrol, menghambat proses penyusutan bobot buah dan mempertahankan kekerasan buah sampai 21 hari setelah penyimpanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Penulis sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian

ini. Ucapan terima kasih juga Penulis sampaikan kepada Kementerian Pertanian yang telah memberikan bantuan pendidikan melalui Beasiswa Tugas belajar PNS.

DAFTAR PUSTAKA

- Beecher, GR. 1998. Nutrient content of tomatoes and tomato products. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. 218(2): 98–100.
- Blankenship, SM, and JM Dole. 2003. 1-Methylcyclopropene: A review. *Postharvest Biology and Technology*. 28 (1): 1–25.
- Bourtoom, T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*. 15 (3): 237–248.
- Cliff, M, S Lok, C Lu, and PMA Toivonen. 2009. Effect of 1-methylcyclopropene on the sensory, visual, and analytical quality of greenhouse tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*. 53 (1–2): 11–15.
- Ebrahimzadeh, A, S Jimenez-Becker, JAT Da Silva, S Satoh, and MT Lao. 2008. Postharvest physiology of cut flowers. *Fresh Produce*. 2 (2): 56–71.
- Guillén, F, S Castillo, PJ Zapata, D Martínez-Romero, M Serrano, and D Valero. 2007. Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit. 1. Duration and concentration of 1-MCP treatment to gain an effective delay of postharvest ripening. *Postharvest Biology and Technology*. 43 (1): 23–27.
- Liu, K, C Yuan, Y Chen, H Li, and J Liu. 2014. Combined effects of ascorbic acid and

- chitosan on the quality maintenance and shelf life of plums. *Scientia Horticulturae*. 176: 45–53.
- Lo'ay, AA, and HD Dawood. 2017. Active chitosan/PVA with ascorbic acid and berry quality of 'Superior seedless' grapes. *Scientia Horticulturae*. 224: 286–292.
- Mubarok, S, N Suwali, E Suminar, and NN Kamaluddin. 2019. 1-Methylcyclopropene as an Effective Ethylene Inhibitor to Extend *Musa acuminata* Colla "Muli" Postharvest Quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 334. 012051.
- Mubarok, S, Y Okabe, N Fukuda, T Ariizumi, and H Ezura. 2015. The potential use of a weak ethylene receptor mutant *Sletr1-2* as a breeding material to extend fruit shelf-life. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 63: 7995–8007.
- Napitupulu, B. 2013. Kajian beberapa bahan penunda kematangan terhadap mutu buah pisang Barangan selama penyimpanan. *J. Hort*. 23 (3): 263–275.
- Olivares-Tenorio, ML, M Dekker, MAJS van Boekel, and R Verkerk. 2017. Evaluating the effect of storage conditions on the shelf life of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *LWT - Food Science and Technology*. 80: 523–530.
- Opiyo, AM, and TJ Ying. 2005. The effects of 1-methylcyclopropene treatment on the shelf life and quality of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) fruit. *International Journal of Food Science and Technology*. 40 (6): 665–673.
- Setyadjit, E Sukasih, dan AW Permana. 2012. Aplikasi 1-MCP dapat memperpanjang umur segar komoditas hortikultura. *Buletin Teknologi Pasca Panen*. 8 (1): 27–34.
- Sisler, EC, and M Serek. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiologia Plantarum*. 100 (3): 577–582.
- Sogvar, OB, M Koushesh Saba, and A Emamifar. 2016. Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 114: 29–35.
- Syafutri, MI, F Pratama, dan D Saputra. 2006. Sifat fisik dan kimia buah mangga (*Mangifera indica* L.) selama penyimpanan dengan berbagai metode pengemasan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. XVII (1): 1–11.
- Tapia, MS, MA Rojas-Graü, A Carmona, FJ Rodríguez, R Soliva-Fortuny, and O Martín-Belloso. 2008. Use of alginate- and gellan-based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. *Food Hydrocolloids*. 22 (8): 1493–1503.
- Vargas, M, A Albors, A Chiralt, and C González-Martínez. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*. 41 (2): 164–171.
- Watkins, CB. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances*. 24 (4): 389–409.
- Wills, RBH, and VVV Ku. 2002. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*. 26 (1): 85–90.
- Wold, AB, HJ Rosenfeld, K Holte, H Baugerød, R Blomhoff, and K Haffner. 2004. Colour of post-harvest ripened and vine ripened tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as related to total antioxidant capacity and chemical composition. *International Journal of Food Science and Technology*. 39 (3): 295–302.