

Laju Respirasi Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) yang Dilapisi dengan Kitosan Selama Penyimpanan

The Respiration Rate of Tomato Fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Coated with Chitosan During Storage

Dessy Wulandari, Erlina Ambarwati^{*)}

Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada
Jalan Flora No. 1, Bulaksumur, Sleman, Yogyakarta 55281, Indonesia.

^{*)} Penulis untuk korespondensi E-mail: erlina.a@ugm.ac.id

Diajukan: 19 Januari 2020 /Diterima: 19 April 2022 /Dipublikasi: 25 Mei 2022

ABSTRACT

The needs of tomatoes get higher every year, so they need appropriate technology such as edible coating to reduce the problem of deterioration in fruit quality and shelf life. This research was aimed to reduce the respiration rate of tomato fruit treated with chitosan crab and shrimp edible coating 2%, 4%, and 6% concentration. The experiment conducted at the Horticultural Sub Laboratory, Faculty of Agriculture, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. This research was arranged in randomized completely block design with 4 blocks as replications, with 6 treatments (2% concentration of crab chitosan, 4% concentration of crab chitosan, 6% concentration of crab chitosan, 2% concentration of shrimp chitosan, 4% concentration of shrimp chitosan, and 6% concentration of shrimp chitosan) and control treatment (no coating). The variables observed were respiration rate, visual quality rating, shelf life, firmness, total soluble solid content, total soluble solid, titratable acid, vitamin C, and lycopene. The data obtained were analyzed for variance (ANOVA) with $\alpha=5\%$, followed by the HSD Tukey test at 95% confidential level. The results showed the use of edible coating crab and shrimp chitosan up to 6% concentration could slower the rate of respiration and maintain the quality of tomatoes same as the control treatment (no coating). The shelf life of tomatoes coated with crab and shrimp chitosan up to 6% concentration can be extended by 16 days.

Keywords: shelf life, edible coating, chitosan, quality, tomato

INTISARI

Kebutuhan buah tomat semakin tinggi setiap tahunnya, sehingga diperlukan teknologi tepat guna *edible coating* untuk mengurangi masalah penurunan kualitas dan daya simpan buah tomat. Penelitian ini bertujuan untuk menekan laju respirasi buah tomat yang diberi perlakuan pelapisan kitosan udang dan kepiting dengan konsentrasi 2%, 4%, dan 6%. Penelitian dilaksanakan di Sub Laboratorium Hortikultura, Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Rancangan yang digunakan yaitu rancangan acak kelompok lengkap dengan 4 blok sebagai ulangan. Penelitian ini terdiri dari kitosan kepiting dan kitosan udang masing-masing dengan konsentrasi, 2%, 4%, dan 6%, serta kontrol (tidak diberikan pelapisan kitosan). Variabel yang diamati berupa laju respirasi, *visual quality rating*, daya simpan, kekerasan buah, padatan terlarut, gula tereduksi,

total asam tertitiasi, vitamin C, dan likopen. Data dianalisis varians (ANOVA) dengan $\alpha=5\%$, dilanjutkan dengan uji HSD-Tukey pada taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan *edible coating* kitosan udang dan kepiting hingga konsentrasi 6% dapat memperlambat laju respirasi serta masih dapat mempertahankan kualitas tomat sama seperti kontrol (buah tomat tanpa diberi pelapis). Daya simpan buah tomat yang dilapisi kitosan kepiting dan udang sampai dengan konsentrasi 6% dapat diperpanjang 16 hari.

Kata kunci: daya simpan; *edible coating*; kitosan; kualitas; tomat

PENDAHULUAN

Buah tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) merupakan jenis komoditas hortikultura yang banyak dimanfaatkan sebagai bumbu dan bahan pelengkap masakan serta dapat dikonsumsi dalam bentuk olahan maupun segar. Tidak hanya rasa dan aromanya yang khas, buah tomat banyak mengandung gizi yang diperlukan oleh tubuh. Anonim¹ (2016) menyatakan dalam 100 gram tomat mengandung 0,88 gram protein; 1,2 gram serat; 13,7 gram vitamin C; dan 0,287 gram mineral. Badan Pusat Statistik (2016) menyatakan bahwa ada peningkatan konsumsi buah tomat pada tahun 2015 dan 2016 yaitu 0,080 kilogram menjadi 0,085 kilogram per orang per minggu serta diproyeksikan akan ada peningkatan konsumsi tomat dari 3,27 kg/kapita/tahun pada 2017 menjadi 3,84 kg/kapita/tahun pada 2021.

Produk hortikultura adalah produk yang sangat rentan mengalami kerusakan sehingga membutuhkan penanganan khusus setelah memasuki pascapanen. Buah tomat merupakan jenis buah klimakterik. Utama & Antara (2013)

menyebutkan bahwa laju respirasi pada buah klimakterik akan meningkat ketika buah mulai memasuki fase pematangan (*ripening*). Ketika respirasi meningkat, maka produksi etilen juga akan meningkat. Adanya etilen membuat proses pematangan menjadi lebih cepat dan umur simpan buah tomat menjadi pendek, adapun dampak etilen yaitu mengubah warna tomat dari hijau menjadi merah melalui mekanisme degradasi klorofil, menambah kadar glukosa melalui pemecahan zat pati (tepung), perubahan derajat keasaman, serta terbentuknya aroma pada buah (Bapat *et al.*, 2010). Proses metabolisme seperti respirasi akan menurunkan kualitas buah tomat. Selain proses respirasi, proses transpirasi juga dapat menurunkan kualitas buah tomat. Akibat adanya proses respirasi dan transpirasi, banyak buah tomat yang dibuang (*food wasting*) dikarenakan kualitas buahnya sudah jelek dan tidak laku di pasar. Untuk mengurangi laju respirasi dan transpirasi pada buah tomat, diperlukan teknologi pascapanen yang tepat agar buah tomat mempunyai daya

simpan lama serta kualitas yang terjaga dengan baik.

Penurunan kualitas buah tomat yang disebabkan oleh respirasi dan transpirasi dapat dicegah dengan cara pemberian lapisan. Proses pemberian lapisan atau *coating* pada permukaan kulit buah dan sayuran menciptakan adanya lapisan pelindung (*protectant layer*) yang dapat menghambat keluar dan masuknya gas, uap air, dan kontak dengan oksigen, sehingga proses metabolisme seperti transpirasi dan respirasi dapat dihambat. Pemberian lapisan pelindung tentu akan membuat tampilan buah dan sayur menjadi bersih, mengkilap dan menarik, memberi nilai jual lebih serta tidak menutup kemungkinan bahwa harga jual komoditas tomat akan meningkat. Buah tomat akan lebih lama dapat disimpan dengan tetap mempertahankan kandungan gizi di dalamnya.

Berbagai macam bahan *edible coating* dapat diberikan untuk melapisi permukaan kulit buah tomat, salah satunya adalah kitosan. Pelapisan kitosan pada buah akan menciptakan suatu membran selektif permeabel yang terdapat pada permukaan kulit buah. Penelitian yang dilakukan oleh Karina *et al.* (2012) dan Kurniawan *et al.* (2013) menunjukkan bahwa buah stroberi dan sawo yang diberi *coating* kitosan konsentrasi hingga 3% mempunyai kualitas yang terjaga serta umur simpan yang lebih lama dibanding buah yang tidak diberi kitosan. Maghfiroh *et*

al. (2018), menyebutkan bahwa jambu yang dilapisi *edible coating* kitosan konsentrasi 6% menurunkan laju respirasi, susut bobot, serta mempertahankan umur simpannya.

Kitosan kepiting dan kitosan udang digunakan sebagai bahan pelapis alami dalam penelitian ini. Kitosan yang menggunakan bahan baku udang mempunyai nilai derajat asetilasi, viskositas, dan solubilitas yang lebih tinggi dibanding kitosan dengan bahan baku kepiting. Adapun nilai derajat asetilasi, viskositas, dan solubilitas udang dan kepiting masing-masing sebesar 28,52% dan 0,07%; 5300 cps dan 32 cps; serta 97,02% dan 0,24% (Parthiban *et al.*, 2017). Mengacu dari beberapa penelitian tersebut tentunya pengaplikasian *edible coating* dengan kitosan pada komoditas tomat tidak merugikan, memungkinkan mempertahankan kualitas, serta memperpanjang umur simpannya, sehingga mendorong dilakukannya pengkajian lebih lanjut pengaruh dari pelapisan kitosan terhadap umur simpan dan mutu buah tomat.

BAHAN DAN METODE

Tomat 'Sertvo' masak hijau, dipanen umur 63 hst, diambil dari petani di Bimomartani, Sleman, Yogyakarta dan penelitian dilakukan di laboratorium Hortikultura, Departemen Budidaya Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Buah tomat sejumlah 30 buah

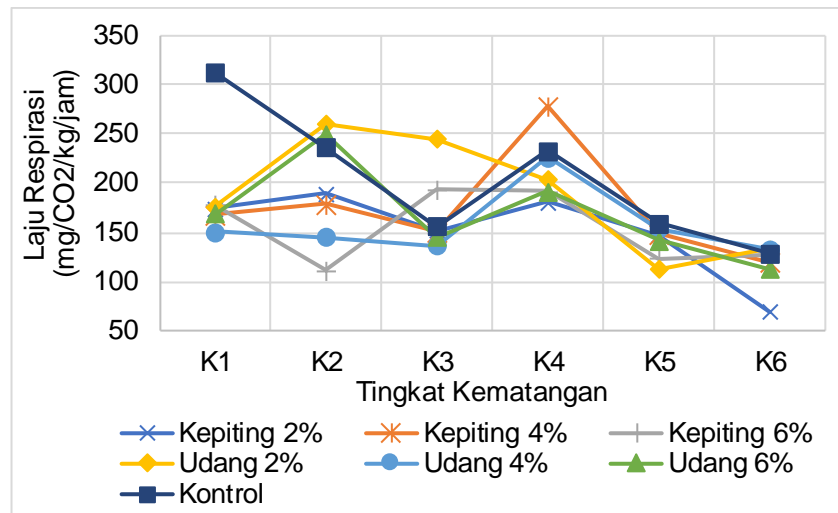
untuk setiap unit percobaannya dengan ukuran seragam, diberi pelapis alami dari kitosan kepiting dan kitosan udang, masing-masing dengan konsentrasi 2%, 4% dan 6% serta buah tomat yang tidak diberi lapisan alami kitosan sebagai kontrol. Unit-unit percobaan tersebut disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap dengan 4 blok sebagai ulangan. Pembuatan larutan kitosan udang dan kepiting dengan konsentrasi 2%, 4%, dan 6% dilakukan dengan cara menimbang serbuk kitosan sebanyak 2 g, 4 g, dan 6 g, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL secara terpisah. Sebagai pelarut kitosan, ditambahkan 1 mL CH_3COOH (asam asetat) ke dalam setiap labu ukur 100 mL lalu ditambahkan aquades hingga tanda tera kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga homogen. Larutan kitosan dengan konsentrasi tertentu siap digunakan.

Adapun variabel yang diamati adalah laju respirasi ditera dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis Genesys 10S, *visual quality rating*, daya simpan, kekerasan buah tomat ditera dengan penetrometer (Barreis Prufgeratebau GmbH tipe BS 61 II), total padatan terlarut, gula tereduksi, total asam tertitrasi, vitamin C dan likopen ditera dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis Genesys 10S. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) pada $\alpha=0,05$, kemudian diuji

lanjut HSD Tukey dengan taraf kepercayaan 0,95. Data laju respirasi dianalisis dengan uji kecenderungan polinomial orthogonal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rerata suhu ruang simpan pada pagi, siang, dan sore yaitu 27,27°C; 27,57°C; dan 27,53°C. Pada suhu di atas 30°C (tinggi), tingkat kemunduran meningkat 2 hingga 3 kali lipat untuk setiap kenaikan suhu 10°C. Buah tomat baik disimpan pada suhu 26°C dalam ruangan. Selain itu suhu juga dapat mempengaruhi patogen untuk tumbuh (Kader, 2013). Selain dapat menyebabkan tingginya susut bobot pada tomat (Tadesse *et al.*, 2015), penyimpanan pada suhu udara yang tinggi dapat menyebabkan perubahan enzim dan menurunkan turgiditas pada buah tomat, mengarah pada pelunakan jaringan (Nyalala & Windwright, 1998). Untuk rerata kelembaban ruang simpan pada pagi, siang, dan sore yaitu 85,3%, 81,68%, dan 80,57%. Kelembaban udara yang dibutuhkan agar daya simpan tomat dapat dipertahankan yaitu sekitar 85%–96% (Jones, 1999). Tu *et al.* (2000) menyatakan bahwa tingginya kelembaban relatif pada tempat simpan mempengaruhi kematangan, kekerasan, dan susut bobot buah serta menginduksi enzim yang menyebabkan pencoklatan (*browning*) pada buah hingga berujung pada kebusukan.



Gambar 1. Laju respirasi buah tomat tiap perlakuan per tingkat kematangan.
Keterangan: K1=*Mature green*/hijau masak, K2=*Breaker*/semburat, K3=*Turning*, K4=*Pink*/merah muda, K5=*Light red*/merah cerah, K6=*Red*/merah penuh.

Semua perlakuan kitosan baik udang maupun kepiting (gambar 1), mengalami laju respirasi yang lebih rendah dibanding kontrol pada tingkat kematangan *mature green* (K1). Buah tomat kontrol mengalami laju respirasi paling tinggi pada tingkat kematangan *mature green* (K1). Buah tomat yang dilapisi kitosan kepiting 2% dan 4% serta buah tomat yang dilapisi kitosan udang 4% mengalami laju respirasi yang cenderung sama pada tingkat kematangan *mature green* (K1) hingga *turning* (K3), mengalami kenaikan pada tingkat kematangan *pink* (K4) dan turun di tingkat kematangan *light red* (K5) hingga *red* (K6). Buah tomat yang dilapisi dengan kitosan udang 6% cenderung naik laju respirasinya pada tingkat kematangan *mature green* (K1) hingga *breaker* (K2), lalu turun pada tingkat kematangan *turning* (K3) hingga *red* (K6). Buah tomat yang dilapisi kitosan kepiting 6% laju respirasi

menurun pada tingkat kematangan *breaker* (K2), tetapi laju respirasinya naik lagi hingga tingkat kematangan *pink* (K4) dan terjadi penurunan laju respirasi pada tingkat kematangan K5 dan K6.

Tidak adanya lapisan kitosan pada kontrol menyebabkan laju respirasi naik drastis pada tingkat kematangan *mature green* (K1), kemudian turun hingga tingkat kematangan *turning* (K3), serta naik pada tingkat kematangan *pink* (K4), dan turun lagi di tingkat kematangan *light red* (K5) hingga *red* (K6). Tomat merupakan buah dengan pola respirasi klimakterik yang artinya terjadi peningkatan laju respirasi ketika buah mulai matang, ditandai dengan terjadinya perubahan warna dari hijau (*mature green*) menjadi kuning atau orange (*turning*), dan laju respirasi berangsur menurun ketika buah mengalami penuaan atau *senescence*, ditandai dengan warna buah merah penuh (*red*). Tomat

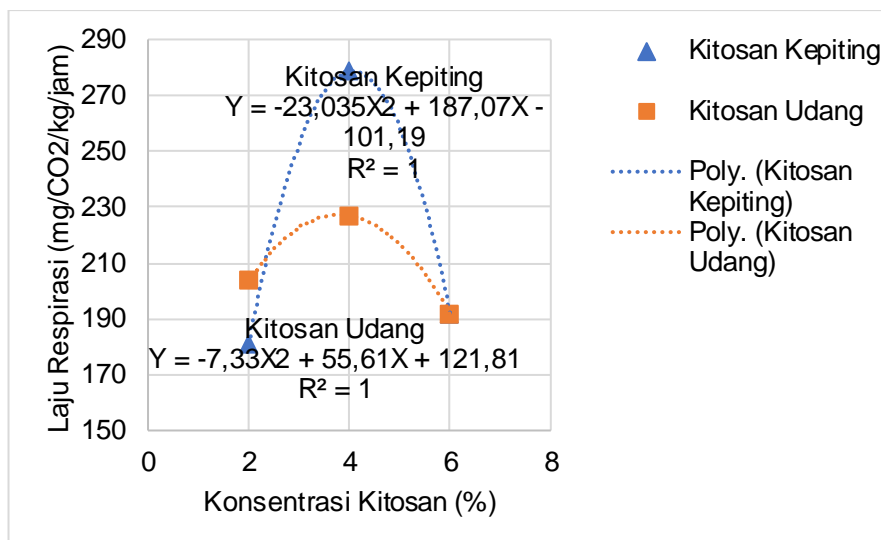
merupakan jenis buah klimakterik yang ditandai dengan meningkatnya laju respirasi selama proses pematangan, tomat mempunyai kriteria laju respirasi moderat. Dilihat pada gambar 1 bahwa pada tingkat kematangan *pink* (K4) semua perlakuan mengalami peningkatan laju respirasi yang cukup tajam, terjadinya lonjakan respirasi yang cukup tajam diakibatkan oleh puncak respirasi klimakterik. Perlakuan pelapisan kitosan udang dan kepiting mampu menurunkan laju respirasi pada awal kematangan (*mature green* hingga *turning*), tetapi ketika buah tomat mencapai tingkat kematangan *pink* (K4) terjadi peningkatan laju respirasi dan menurun kembali pada tingkat kematangan *light red* (K5). Fenomena ini sama seperti yang dialami oleh buah tomat kontrol. Suhu udara dan kelembaban relatif udara ruang simpan, berpengaruh pula terhadap laju respirasi buah tomat, sekalipun buah tomat sudah diberi pelapisan alami.

Klimakterik merupakan suatu kenaikan produksi CO₂ secara mendadak. Klimakterik juga diartikan sebagai perubahan fisik, kimia, fisiologis, dan metabolisme yang terjadi seiring dengan peningkatan laju respirasi. Puncak respirasi klimakterik ditandai dengan meningkatnya etilen disertai perubahan warna kulit buah tomat. Meningkatnya laju respirasi buah tomat yang diberi pelapis kitosan udang 2% dan 6% di awal kematangan merupakan bentuk adaptasi

fisiologis dari pemberian kitosan. Adaptasi ini meningkatkan aktivitas mitokondria dalam sel yang mengakibatkan laju respirasi meningkat (El Ghaouth *et al.*, 1992). Selain karena adaptasi fisiologis, faktor internal seperti ukuran jaringan buah (jaringan kecil mempunyai permukaan yang lebih luas sehingga banyak oksigen yang masuk dalam jaringan), susunan jaringan buah (kandungan gula pada buah), rasio jaringan muda buah (kemampuan respirasi jaringan muda lebih tinggi dibanding jaringan tua), dan faktor eksternal seperti suhu dan kelembaban (suhu dan kelembaban yang tidak sesuai, toleransi suhu pada buah berbeda), banyaknya oksigen tersedia pada ruang simpan serta kerusakan kecil hingga besar atau luka kecil hingga besar pada buah akan mempengaruhi laju respirasi (Pantastico, 1997).

Pada tingkat kematangan *pink* (K4), hubungan antara laju respirasi dengan konsentrasi kitosan yang diujikan memiliki pola kuadratik (gambar 2), dengan puncak respirasi buah tomat yang dilapisi kitosan kepiting dengan konsentrasi 4,06% sebesar 278,61 mg/CO₂/kg/jam, sedangkan buah tomat yang dilapisi kitosan udang puncak respirasi terjadi pada konsentrasi 3,79% dengan laju respirasi 227,28 mg/CO₂/kg/jam. Kenaikan konsentrasi kitosan kepiting dan udang sampai dengan 4,06% dan 3,79% secara nyata diikuti oleh kenaikan laju respirasi, tetapi konsentrasi kitosan kepiting dan

udang yang melebihi 4,06% dan 3,79% akan menurunkan laju respirasi dari buah tomat. Semakin tinggi konsentrasi kitosan, semakin rapat lapisan yang terbentuk, serta semakin rendah kemungkinan pertukaran udara untuk masuk dan keluar. Sebaliknya, dengan semakin rendahnya konsentrasi kitosan kepiting dan udang (2%-4%) akan terbentuk lapisan yang tipis, semakin mudah udara menembus ruang antar sel dan lentisel (Mudyantini *et al.*, 2017). Laju respirasi buah tomat yang disimpan ini juga dipicu dengan adanya suhu udara dan kelembaban relatif udara ruang simpan yang melebihi batas untuk penyimpanan buah tomat yang ideal.



Gambar 2. Hubungan antara laju respirasi dan konsentrasi kitosan pada stadia kematangan *pink* (K4)

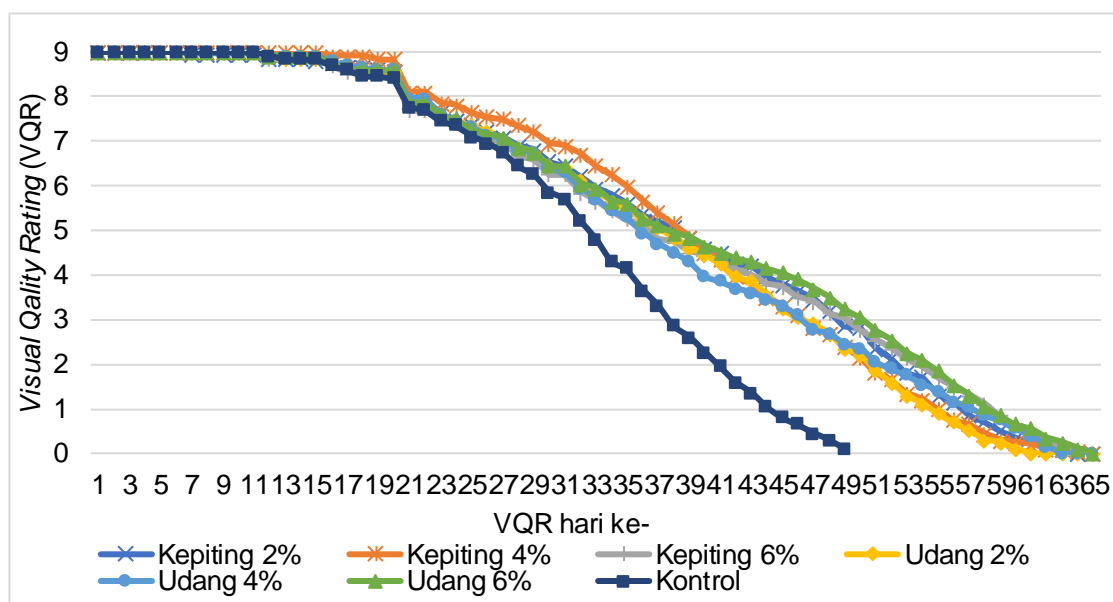
Pada konsentrasi 6%, laju respirasi yang terjadi cenderung turun diakibatkan oleh lapisan kitosan yang terbentuk tebal sehingga menghambat laju respirasi. Ketebalan lapisan kitosan harus diperhatikan karena buah yang dilapisi terlalu tebal berakibat permeabilitas akan oksigen serta karbondioksida menurun mengakibatkan udara terjebak dalam buah dan hasil respirasi berupa air dan panas tidak berhasil keluar. Lapisan yang terlalu tebal juga mengakibatkan respirasi anaerobik dapat terjadi. Ahmad *et al.* (2014) telah membuktikan bahwa sawo

yang dilapisi lilin dengan konsentrasi 12% mempunyai daya simpannya singkat dikarenakan adanya respirasi anaerob yang terjadi. Respirasi anaerob mengakibatkan terbentuknya asetaldehid, etanol, dan berujung pada penurunan kualitas buah (Baldwin *et al.*, 1999).

Kualitas visual buah dan sayuran berperan penting terhadap preferensi masyarakat dalam mengonsumsi komoditas hortikultura. Semakin baik penampakan luar buah maka akan semakin diminati masyarakat. Dari hari ke-1 hingga hari ke-14 belum terlihat

penurunan nilai kualitas visual buah tomat baik kontrol maupun buah tomat yang dilapisi kitosan. Nilai kualitas visual mulai menurun pada hari ke-15 baik pada buah tomat yang tidak dilapisi maupun buah tomat yang dilapisi kitosan (gambar 3). Penurunan kualitas visual buah tomat yang tajam mulai terjadi pada hari ke-20 hingga hari ke-65 penyimpanan, baik pada buah tomat yang tidak dilapisi maupun buah tomat yang dilapisi kitosan. Namun penurunan yang sangat tajam, dibuktikan dengan garis pada grafik yang menurun

tajam pada gambar 3, ditunjukkan oleh buah tomat yang tidak dilapisi kitosan. Penurunan kualitas visual buah tomat yang tajam yang dimulai pada hari ke-20 ini berkaitan dengan terjadinya kenaikan laju respirasi, buah tomat sudah memasuki fase kematangan *pink* (K-4). Selain itu buah tomat sudah mulai terlihat keriput (*wrinkle*) pada kulit buahnya akibat adanya proses transpirasi yang berhubungan dengan suhu dan kelembaban relatif ruang simpan yang melebihi suhu dan kelembaban ideal ruang simpan.



Gambar 3. Nilai kualitas visual harian buah tomat hijau per perlakuan

Buah dan sayuran adalah jaringan hidup dan produk yang mempunyai sifat *perishable* (sangat mudah rusak) serta membutuhkan teknologi pascapanen untuk mempertahankan kualitas dan memperpanjang daya simpan. Salah satu cara untuk mengurangi kerusakan pascapanen yaitu mengendalikan laju

respirasi (Gallagher & Mahajan, 2011). Penggunaan kitosan sebagai pelapis alami dapat mengontrol kondisi atmosfer internal buah menjadi pekat akan CO_2 dan rendah akan O_2 . Hal ini mengakibatkan kualitas buah dapat bertahan serta umur simpan dapat diperpanjang. Umur simpan pada komoditas hortikultura sering disebut

sebagai daya simpan. Daya simpan suatu produk hortikultura dapat dilihat dari variabel *visual quality rating* (VQR). Daya simpan buah tomat yang dilapisi kitosan kepiting dan udang yang dinyatakan sebagai nilai VQR seperti tertera dalam tabel 1.

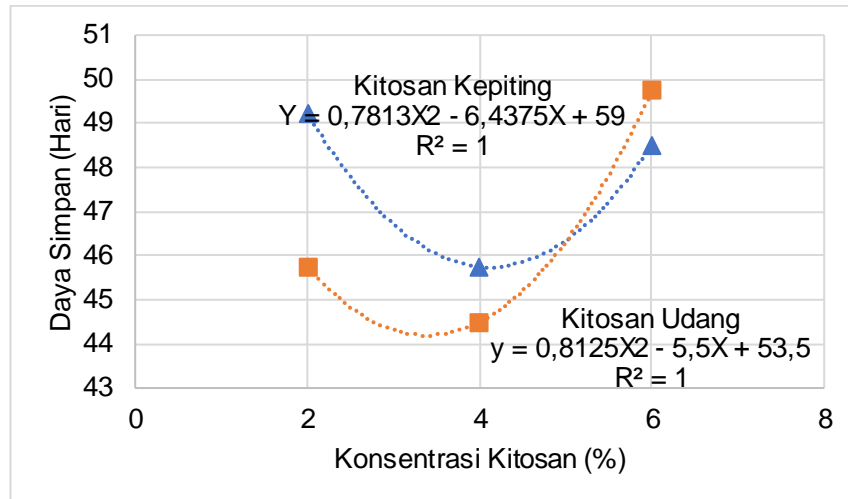
Terdapat perbedaan yang signifikan pada daya simpan tiap perubahan nilai *visual quality rating* (VQR) (tabel 1). Pelapisan kitosan udang dan kepiting pada buah tomat dengan konsentrasi masing-masing 6% mampu mempertahankan daya simpan yang lebih lama daripada buah tomat yang tidak dilapisi kitosan pada semua nilai VQR. Fenomena ini berkaitan dengan terjadinya proses transpirasi dari hari ke hari penyimpanan, diperlihatkan dalam gambar 3, dan terjadinya proses respirasi, dengan puncak respirasi pada tingkat kematangan *pink* (K4). Gambar 4 memperlihatkan hubungan antara daya simpan dengan konsentrasi kitosan kepiting dan udang.

Dengan melapisi buah tomat dengan kitosan kepiting dan udang sampai dengan konsentrasi 4% akan menurunkan daya simpan buah tomat, akan tetapi apabila konsentrasi kitosan kepiting maupun udang dinaikkan sampai dengan 6% terjadi peningkatan daya simpan buah tomat atau dengan kata lain daya simpan buah tomat akan semakin lama. Hal ini berkaitan dengan laju respirasi buah tomat dan transpirasinya, bisa diwakili oleh perubahan nilai VQR buah tomat dari hari ke hari (gambar 3). Daya simpan buah tomat yang dilapisi kitosan kepiting dan udang dapat mencapai 65 hari penyimpanan, sedangkan buah tomat tanpa dilapisi kitosan daya simpannya hanya mencapai 49 hari (gambar 3). Dengan pelapisan kitosan dapat memperpanjang umur simpan buah tomat 16 hari yang sangat berarti apabila buah tomat tersebut tidak segera sampai ke tangan konsumen.

Tabel 1. Daya simpan buah tomat per perlakuan

Perlakuan	Daya Simpan			
	VQR 4	VQR 3	VQR 2	VQR 1
Kontrol	37,25 b	40,75 b	44,25 b	47,50 b
Kepiting 2%	49,25 a	52,50 a	56,00 a	59,75 a
Kepiting 4%	45,75 ab	48,75 ab	54,25 a	59,50 a
Kepiting 6%	48,50 a	52,75 a	58,00 a	62,50 a
Udang 2%	45,75 ab	49,25 ab	53,25 a	58,75 a
Udang 4%	44,50 ab	50,75 a	56,75 a	61,50 a
Udang 6%	49,75 a	54,00 a	58,50 a	62,00 a
CV (%)	9,33	7,92	4,91	3,56

Keterangan: Rerata yang diikuti oleh indeks huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata berdasarkan Uji *Honest Significant Difference* – Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.
VQR= *Visual Quality Rating*.



Gambar 4. Hubungan antara daya simpan dan konsentrasi kitosan kepiting dan udang

Lapisan kitosan menutupi permukaan kulit buah serta menghalangi pertukaran gas dan kehilangan air. Akibat dari pertukaran gas yang dihalangi menyebabkan laju respirasi menjadi rendah. Respirasi yang terhambat mengakibatkan proses pematangan juga melambat. Selain itu proses metabolisme lain juga terhalang akibat respirasi yang terhambat. Terhambatnya respirasi akan mempengaruhi sintesis gula, asam organik, perubahan warna, kekerasan, serta susut bobot. Hasil penelitian penggunaan kitosan sebagai *edible coating* pada mangga yang diaplikasikan saat masak hijau dapat mempertahankan daya simpan hingga 20 hari (Zhu *et al.*, 2011), pada belimbing yang diaplikasikan saat matang hijau mempertahankan daya simpan hingga 16 hari (Gol & Chaudari, 2013), pada sawo mempertahankan daya simpan hingga 17 hari (Foo *et al.*, 2018), dan pada pepaya mempertahankan daya simpan hingga 15 hari dengan

pengaplikasian saat perubahan warna tingkat 1 (Garcia *et al.*, 2018).

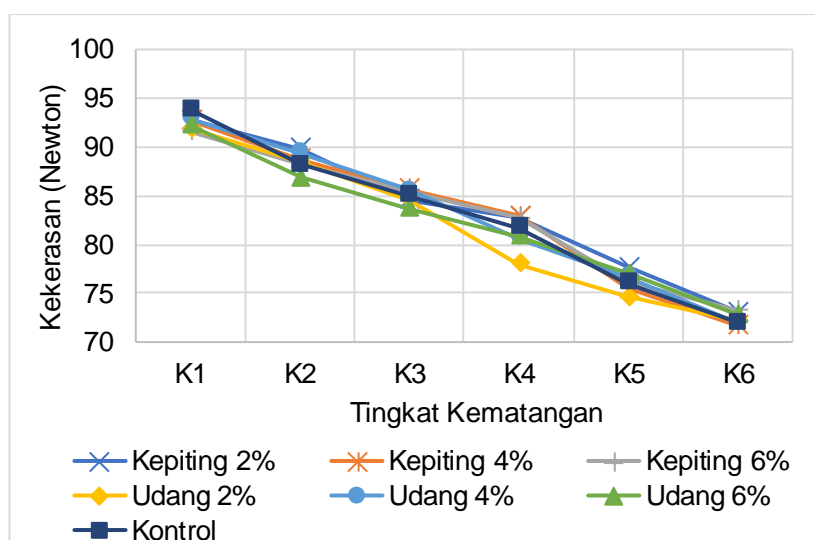
Saat buah tomat memasuki fase kematangan *pink* (K4), baik buah tomat yang dilapisi kitosan maupun yang tidak dilapisi, mengalami penurunan kekerasan buahnya (gambar 5). Namun apabila diperhatikan, penurunan kekerasan buah tomat yang diberi pelapis kitosan berlangsung perlahan antar tingkat kematangan buah dibandingkan penurunan kekerasan buah tomat yang tidak diberi pelapis. Penurunan nilai kekerasan yang cenderung perlahan antar tingkat kematangan buah tomat yang dilapisi kitosan dapat diakibatkan oleh terhalangnya degradasinya proto-pektin tidak terlarut menjadi asam pektat dan pektin terlarut. Selama pematangan buah, akan terjadi depolimerisasi pektin oleh proses enzimatik. Proses enzimatik tersebut sangat dipengaruhi oleh kadar oksigen dan karbondioksida (Maftoonazad & Ramaswamy, 2004). Selain itu, buah tomat yang diberi pelapis kitosan terjadi

penurunan yang perlahan pada kualitas visual buah (gambar 3) akibat terhambatnya laju transpirasi dan respirasi buah. Buah tomat yang diberi pelapis kitosan juga akan memiliki pelapis yang dapat berfungsi sebagai pelindung interaksi antara buah tomat dengan lingkungan ruang simpan.

Fluktuasi PTT pada tingkat kematangan tersebut disebabkan karena terurainya karbohidrat dan pektin, proses hidrolisis sebagian dari protein, dan dekomposisi glikosida selama aktivitas respirasi berlangsung (Athmaselvi *et al.*, 2013). Pada berbagai tingkat kematangan (K1-K5), buah tomat yang dilapisi kitosan sampai dengan konsentrasi 6% memiliki total gula tereduksi yang sama nilainya dengan buah tomat yang tidak dilapisi

kitosan (tabel 3). Hal ini dapat disebabkan oleh pelapisan *edible coating* yang semakin tebal menyebabkan CO₂ terhambat keluar sehingga menyebabkan respirasi anaerob. Kondisi respirasi anaerob akan mempercepat proses kematangan buah tomat semakin cepat (Nurlatifah *et al.*, 2017). Tingginya gula tereduksi disebabkan oleh aktivitas metabolisme pemecahan pati menjadi gula sederhana yang tinggi dalam proses respirasi.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa terjadi perbedaan yang signifikan pada total asam tertitrasi antara buah tomat yang tidak diberi pelapis dengan buah tomat yang dilapisi kitosan pada berbagai konsentrasi pada tingkat kematangan *mature green* (K1), *turning* (K3), dan *light red* (K5).



Gambar 5. Kekerasan buah tomat pada berbagai tingkat kematangan
Keterangan: K1=*Mature green*/hijau masak, K2=*Breaker*/semburat, K3=*Turning*, K4=*Pink*/merah muda, K5=*Light red*/merah cerah, K6=*Red*/merah penuh.

Tabel 2. Total padatan terlarut pada tomat per tingkat kematangan (°Brix)

Tingkat Kematangan	Perlakuan							CV (%)
	Kontrol	Kepiting 2%	Kepiting 4%	Kepiting 6%	Udang 2%	Udang 4%	Udang 6%	
K1	3,49 a	3,91 a	3,48 a	3,66 a	3,74 a	3,53 a	3,60 a	5,19
K2	3,69 a	3,70 a	3,59 a	3,90 a	3,58 a	3,35 a	3,41 a	9,04
K3	3,41 a	3,50 a	3,54 a	3,68 a	3,59 a	3,49 a	3,30 a	5,14
K4	3,88 a	3,93 a	3,79 a	3,93 a	3,86 a	4,04 a	3,99 a	5,45
K5	3,93 a	3,83 a	3,81 a	3,88 a	3,79 a	3,83 a	3,83 a	4,99
K6	3,90 a	3,90 a	3,91 a	4,05 a	3,86 a	3,91 a	3,75 a	4,22

Keterangan: Rerata yang diikuti oleh indeks huruf yang sama pada suatu baris, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata berdasarkan Uji *Honest Significant Difference* – Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.

K1=*Mature green*/hijau masak, K2=*Breaker*/semburat, K3=*Turning*, K4=*Pink*/merah muda, K5=*Light red*/merah cerah, K6=*Red*/merah penuh.

Tabel 3. Total gula tereduksi pada tomat pada berbagai tingkat kematangan (%)

Tingkat Kematangan	Perlakuan							CV (%)
	Kontrol	Kepiting 2%	Kepiting 4%	Kepiting 6%	Udang 2%	Udang 4%	Udang 6%	
K1	1,90 a	1,87 a	1,90 a	1,92 a	1,86 a	1,78 a	1,97 a	11,76
K2	2,01 a	2,01 a	2,05 a	1,92 a	2,07 a	1,87 a	1,88 a	8,35
K3	1,92 a	1,93 a	1,89 a	2,04 a	2,04 a	1,76 a	1,74 a	12,05
K4	1,88 a	1,84 a	1,76 a	1,89 a	1,67 a	1,94 a	1,95 a	7,24
K5	1,76 a	1,72 a	1,84 a	1,92 a	1,95 a	1,96 a	1,77 a	7,85
K6	1,46 a	1,59 a	1,53 a	1,55 a	1,44 a	1,56 a	1,44 a	8,75

Keterangan: Rerata yang diikuti oleh indeks huruf yang sama pada suatu baris, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata berdasarkan Uji *Honest Significant Difference* – Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.

K1=*Mature green*/hijau masak, K2=*Breaker*/semburat, K3=*Turning*, K4=*Pink*/merah muda, K5=*Light red*/merah cerah, K6=*Red*/merah penuh.

Tabel 4. Total asam tertitiasi pada buah tomat pada berbagai tingkat kematangan (%)

Tingkat Kematangan	Perlakuan							CV (%)
	Kontrol	Kepiting 2%	Kepiting 4%	Kepiting 6%	Udang 2%	Udang 4%	Udang 6%	
K1	0,30 b	0,42 a	0,36 ab	0,33 ab	0,34 ab	0,37 ab	0,36 ab	11,76
K2	0,33 a	0,31 a	0,35 a	0,35 a	0,32 a	0,35 a	0,38 a	17,98
K3	0,32 b	0,43 a	0,39 ab	0,38 ab	0,39 ab	0,35 ab	0,35 ab	11,06
K4	0,35 a	0,38 a	0,40 a	0,35 a	0,40 a	0,39 a	0,37 a	14,81
K5	0,33 ab	0,35 ab	0,31 ab	0,30 b	0,39 a	0,33 ab	0,34 ab	11,32
K6	0,46 a	0,41 a	0,42 a	0,48 a	0,42 a	0,41 a	0,43 a	15,57

Keterangan: Rerata yang diikuti oleh indeks huruf yang sama pada suatu baris, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata berdasarkan Uji *Honest Significant Difference* – Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.

K1=*Mature green*/hijau masak, K2=*Breaker*/semburat, K3=*Turning*, K4=*Pink*/merah muda, K5=*Light red*/merah cerah, K6=*Red*/merah penuh.

Perbedaan yang nyata pada fase kematangan *light red* disebabkan oleh hasil metabolisme dari puncak respirasi klimakterik yang terjadi pada fase *pink*. Secara keseluruhan total asam tertitrasi stabil nilainya dari tingkat kematangan *mature green* (K1) hingga tingkat kematangan dan naik pada tingkat kematangan *red* (K6). Nilai total asam tertitrasi pada buah tomat yang dilapisi kitosan kepiting 2% lebih besar dibanding buah tomat tanpa pelapis pada tingkat kematangan *mature green* (K1) dan *turning* (K3). Hal ini bisa terjadi karena pelapis kitosan kepiting 2% tidak mampu menciptakan ketebalan lapisan yang masih dapat ditembus oleh O₂, sehingga mengakibatkan respirasi dan oksidasi asam masih dapat terjadi. Hal yang sama berlaku pada kematangan *light red* (K5). Fenomena ini berhubungan dengan laju respirasi (gambar 1) dan nilai kualitas visual buah (gambar 3). Laju respirasi meningkat akan mengakibatkan perombakan biokimiawi di dalam buah dan akan mempengaruhi terbentuknya senyawa yang lebih sederhana dan kualitas kenampakan buah.

Tabel 5. Total vitamin C pada tomat per tingkat kematangan (%)

Tingkat Kematangan	Perlakuan							CV (%)
	Kontrol	Kepiting 2%	Kepiting 4%	Kepiting 6%	Udang 2%	Udang 4%	Udang 6%	
K1	0,97 ab	0,80 ab	1,28 a	0,68 b	0,94 ab	0,59 b	0,88 ab	26,70
K2	0,82 c	1,09 abc	1,19 ab	1,29 a	1,14 abc	1,06 abc	0,91 bc	13,23
K3	1,30 a	1,00 a	0,91 a	1,09 a	1,13 a	0,93 a	0,91 a	18,79
K4	1,39 a	0,99 a	1,16 a	1,04 a	0,83 a	1,10 a	0,92 a	23,51
K5	1,44 a	1,26 ab	1,02 ab	0,99 b	1,14 ab	1,25 ab	1,18 ab	15,82
K6	1,67 a	1,57 a	1,63 a	1,48 a	1,70 a	1,83 a	1,66 a	13,40

Keterangan: Rerata yang diikuti oleh indeks huruf yang sama pada suatu baris, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata berdasarkan Uji *Honest Significant Difference* – Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.

K1=*Mature green*/hijau masak, K2=*Breaker*/semburat, K3=*Turning*, K4=*Pink*/merah muda, K5=*Light red*/merah cerah, K6=*Red*/merah penuh.

Tabel 6. Total likopen tomat per perlakuan

Pelapisan Kitosan	Likopen (mg/kg berat segar)
Kontrol	26,52 a
Kepiting 2%	26,40 a
Kepiting 4%	24,75 a
Kepiting 6%	22,68 a
Udang 2%	26,03 a
Udang 4%	26,39 a
Udang 6%	24,31 a
CV (%)	16,10

Keterangan: Rerata yang diikuti oleh indeks huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata berdasarkan Uji *Honest Significant Difference* – Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 5 memperlihatkan terdapat perbedaan yang signifikan kandungan vitamin C yang terjadi pada fase *mature green* (K1) dan fase *breaker* (K2). Total vitamin C cenderung meningkat pada buah tomat yang dilapisi kitosan saat mulai memasuki kematangan *breaker* (K2). Hal ini dapat disebabkan oleh terjadinya adaptasi fisiologis, terjadinya kenaikan laju respirasi (gambar 1), salah satunya menyebabkan kenaikan vitamin C.

Tidak terdapat perbedaan kandungan likopen buah tomat yang diberi pelapis kitosan dan sudah mengalami penyimpanan dengan buah tomat yang tidak dilapisi kitosan dan dipanen saat matang merah (table 6). Penggunaan *edible coating* tidak mengubah akumulasi likopen, pelapis alami akan menciptakan membran yang dapat memodifikasi kondisi atmosfer internal buah menjadi tinggi akan kandungan CO₂ dan rendah kandungan O₂. Davila-Avina *et al.* (2011) menyatakan bahwa adanya membran tersebut menyebabkan laju respirasi menjadi turun. Sejalan dengan laju respirasi yang turun (gambar 1), proses pematangan dapat diperlambat (gambar 3). Pernyataan serupa disampaikan pula oleh Tazdelen & Bayindirli (1998), Athmaselvi *et al.* (2012), Abebe *et al.* (2017) dan Kibar & Sabir (2018). Jumlah likopen yang banyak pada buah tomat yang tidak diberi pelapis alami mengalami proses pematangan lebih cepat, sehingga likopen yang terbentuk lebih banyak.

KESIMPULAN

Penggunaan *edible coating* kitosan udang dan kepiting hingga konsentrasi 6% dapat memperlambat laju respirasi dan masih dapat mempertahankan kualitas buah tomat yang sama dengan buah tomat yang tidak dilapisi kitosan, sekalipun daya simpannya dapat diperpanjang sampai 16 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abebe, Z., Y. B. Tola, and A. Mohammed. 2017. Effects of edible coating materials and stages of maturity at harvest on storage life and quality of tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) fruits. *African Journal of Agricultural Research* 12 (8): 550-565.
- Ahmad, U., E. Darmawati, dan N. R. Refilia. 2014. Kajian metode pelilinan terhadap umur simpan buah manggis (*Garcinia mangostana*) *semi-cutting* dalam penyimpanan dingin. *JlPI* 19 (2): 104-110.
- Anonim¹. 2016. *Konsumsi Buah dan Sayur Susenas Maret 2016*. Badan Pusat Statistik dan Departemen Kesehatan.
- Anonim². 2016. *Nutrient Data of Tomatoes*. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3233>. Diakses pada tanggal 3 Maret 2018. United States Department of Agriculture.
- Athmaselvi, K. A., P. Sumitha, and B. Revathy. 2013. Development of Aloe vera based edible coating for tomato. *Int. Agrophys.* 27: 369-375.
- Baldwin, E. A., J. K. Burns, W. Kazokas, J. K. Brecht, R. D. Hagenmaier, R. J. Bender, and E. Pesis. 1999. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. *Postharvest Biology and Technology* 17 (1999) 215–226

- Bapat, V. A., P. K. Trivedi, A. Ghosh, V. A. Sane, T. R. Ganapathi, and P. Nath. 2010. Ripening of fleshy fruit: Molecular insight and the role of ethylene. *Biotechnology Advances* 28: 94-107.
- Davila-Avina, J. E. J., J. Villa-Rodriguez, R. Cruz-Valenzuela, M. Rodríguez-Armenta, M. Espino-Díaz, J. F. Ayala-Zavala, G. I. Olivas-Orozco, B. Heredia and G. Gonzalez-Aguilar. 2011. Effect of edible coatings, storage time, and maturity stage on overall quality of tomato fruits. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 6 (1): 162-171.
- El Ghaouth, A., R. Ponnampalam, F. Castaigne, and J. Arul. 1992. Chitosan coating to extend the storage life of toamtoes. *Hort. Science* 27 (9): 1016-1018.
- Foo, S. Y., Z. A. Nur Hanani, A. Rozzamri, W. Z. Wan Ibadullah, and M. R. Ismail-Fitry. 2018. Effect of chitosan-beeswax edible coatings on the shelf-life of sapodilla (*Achrax zapota*) fruits. *Journal of Packaging Technology and Research*: 1-8.
- Gallagher, M. J. S and P. V. Mahajan. 2011. The stability and shelf life of fruit and vegetables. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Science Direct: 641-656.
- Garcia, M. E, M. J. Rodriguez-Hernandez, H. M. Hernandez-Hernandez, L. F. Delgado-Sanchez, B. E. García-Almendarez 1, A. Amaro-Reyes, and C. Regalado-Gonzalez. 2018. Effect of an edible coating based on chitosan and oxidized starch on shelf life of *Carica papaya* L., and its physicochemical and antimicrobial properties. *Coatings* 8 (318): 1-14.
- Gol, N. B., M. L. Chaudari, T. V. R. Rao. 2013. Effect of edible coatings on quality and shelf life of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit during storage. *J Food Sci Technol*: 1-14.
- Jones, Jr. J. B. 1999. *Tomato Plant Culture: in the Field, Greenhouse, and Home Garden*. CRC Press. New York.
- Kader, A. A. 2013. Postharvest technology of horticultural crops - an overview from farm to fork. *Ethiop. J. Appl. Sci. Technol.* (1): 1- 8.
- Karina, A. R., S. Trisnowati, dan D. Indradewa. 2012. Pengaruh macam dan kadar kitosan terhadap umur simpan dan mutu buah stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Vegetalika* 1 (3): 163–169.
- Kibar, H. F. and F. K. Sabir. 2018. Chitosan coating for extending postharvest quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) maintained at different storage temperature. *AIMS Agriculture and Food*, 3 (2): 97–108.
- Kurniawan, D., S. Trisnowati, dan S. Muhartini. 2013. Pengaruh macam dan kadar kitosan terhadap pematangan dan mutu buah sawo (*Manilkara zapota* (L.) van Royen). *Vegetalika* 2 (2): 21–30.
- Maghfiroh, J., A. D. Sofa, A. Aprilia, dan R. Affandi. 2018. Efektivitas penambahan kitosan dan ekstrak jeruk nipis dalam pembuatan *antimicrobial edible coating* dan aplikasinya pada *fresh cut* jambu biji Kristal. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian* (2): 82-90.
- Maftoonazad, N., and H. S. Rawaswamy. 2005. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. *LWT* 38: 617-624.
- Mudyantini, M., S. Santosa, K. Dewi, dan N. Bintoro. 2017. Pengaruh pelapisan kitosan dan suhu penyimpanan terhadap karakter fisik buah sawo (*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg) selama pematangan. *Agritech* 32 (3): 343-351.

- Nurlatifah, D. Cakrawati, dan P. R. Nurcahyani. 2017. Aplikasi *edible coating* dari pati umbi porang dengan penambahan ekstrak lengkuas merah pada buah langsung. *Edufortech* 2 (1): 7-14.
- Nyalala, S. P. O., and H. Wainwright. 1998. The shelf life of tomato cultivars at different storage temperatures. *Tropical Science* 38: 151-154.
- Pantastico, E. R. B. 1997. Fisiologi Pascapanen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Parthiban, F., S. Balasundari, A. Gopalakannan, K. Rathnakumar, and S. Felix. 2017. Comparison of the quality of chitin and chitosan from shrimp, crab, and squilla waste. *Current World Environment* (12): 672-679.
- Tadesse, T. N., A. M. Ibrahim, and W. G. Abteu. 2015. Degradation and formation of fruit color in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in response to storage temperature. *American Journal of Food Technology* 10 (4): 147-157.
- Tazdelen, O., and L. Bayindirli. 1998. Controlled atmosphere storage and edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. *Journal Food Processing Preservation* 22: 302-320.
- Tu, K., B. Nicolai, J. De. Baerdemaeker. 2000. Effects of relative humidity on apple quality under simulated shelf temperature storage. *Scientia Horticulturae* 85: 217-229.
- Utama, I. M. S, dan N. S. Antara. 2013. Pasca Panen Tanaman Tropika: Buah dan Sayur. Tropical Plant Curriculum Project, Udayana University.
- Zhu, X., Q. Wang, J. Cao, and W. Jiang. 2008. Effectss of chitosan on postharvest quality mango (*Mangifera indica* L. CV. Tainong) fruits. *Journal of Food Processing and Preservation* 32: 770–784.