

PENGARUH KONSENTRASI CHITOSAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.) SELAMA PENYIMPANAN

[*Effect of Chitosan Concentration on Physical and Chemistry Characteristics of Tomatoes
(Solanum lycopersicum L.) During Storage*]

Khaerun Najah¹⁾, Eko Basuki^{2)*}, Ahmad Alamsyah²⁾

¹⁾Alumni Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

²⁾ Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

*email: ekobasuki10@gmail.com

Diterima 4 Maret 2015/ Disetujui 6 Oktober 2015

ABSTRACT

Chitosan is a natural alternative as a coating material that is non toxic and safe for healthy. This research were aim to find out the effect of chitosan concentration on physical (level of deterioration, weight loss and color) and chemistry (water contents and vitamin C) characteristics of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) during storage. This research used a completely randomized design (CRD) with two factors. The first factor was the concentrations of chitosan which consisted of 3 (three) level, i.e. 0%, 1% and 2%, and the second factor was the storage duration which consisted of 3 (three) levels, i.e. 0 day, 7 days and 14 days. Parameter to be recorded is water contents, vitamin C, weight loss, color and level of deterioration. Data were analysed using Anova at 5%, and tested using the Tukey's HSD at 5%. If there is a significant interaction will be tested using the polynomial orthogonal. The results showed that interaction between chitosan concentration whith storage duration not significant on water content, vitamin C and color, but significant on weight loss. Chitosan consentration not significant on water content, vitamin C and color, but significant on tomatoes weight loss. Storage duration significant on water content, vitamin C, weight loss and color. During storage up to 14 days, the level of deterioration is low.

Key words : chitosan, chemistry, physical, tomatoes.

ABSTRAK

Chitosan adalah salah satu alternatif sebagai bahan pelapis alami yang tidak beracun dan aman bagi kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi chitosan terhadap sifat fisik (tingkat kerusakan, susut bobot dan warna) dan kimia (kadar air dan vitamin C) buah tomat (*Solanum lycopersicum* L.) selama penyimpanan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi chitosan dengan 3 taraf, yaitu 0%, 1% dan 2%, dan faktor kedua adalah lama penyimpanan dengan 3 taraf, yaitu 0 hari, 7 hari dan 14 hari. Parameter yang diamati adalah kadar air, vitamin C, susut bobot, warna dan tingkat kerusakan. Data dianalisis menggunakan analisis keragaman pada taraf 5%, dan diuji lanjut menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) 5%. Apabila terdapat interaksi yang signifikan akan diuji lanjut menggunakan *polynomial orthogonal*. Hasil menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan tidak berbeda nyata terhadap kadar air, vitamin C dan warna, tetapi berbeda nyata terhadap susut bobot. Konsentrasi chitosan tidak berbeda nyata terhadap kadar air, vitamin C dan warna, namun berbeda nyata terhadap susut bobot tomat. Lama penyimpanan berbeda nyata terhadap kadar air, vitamin C, susut bobot dan warna. Tomat masih belum mengalami kerusakan sampai pada penyimpanan 14 hari.

Kata kunci : chitosan, fisik, kimia, tomat.

PENDAHULUAN

Buah tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang sangat dikenal oleh masyarakat. Buah ini termasuk dalam famili *Solanaceae* dan banyak ditanam di daerah dataran tinggi, sedang atau rendah. Tanaman tomat adalah tanaman semusim berumur sekitar 4 bulan. Buah tomat banyak disukai oleh kebanyakan orang karena memiliki rasa yang spesifik, vitamin C dan A serta mineral. Oleh karena itu komoditas ini dapat dikonsumsi dalam bentuk segar maupun

sebagai bumbu masakan atau makanan (Basuki, dkk, 2012).

Secara fisiologis komoditas ini termasuk dalam kelompok buah yang pola respirasinya bersifat klimakterik, dengan demikian buah tersebut memiliki laju respirasi yang tinggi setelah dilakukan pemanenan. Terlihat buah tersebut mudah menjadi matang dan selanjutnya akan mudah menjadi busuk. Secara umum kerusakan hasil hortikultura cukup besar, keadaan ini disebabkan penanganan pasca panen yang masih kurang baik (Basuki, dkk, 2012).

Masalah utama tomat setelah dipanen adalah sifatnya yang mudah rusak oleh pengaruh mekanis serta kandungan airnya yang tinggi, sehingga mengakibatkan daya simpan rendah, susut bobot tinggi akibat penguapan, pertumbuhan mikroba serta perubahan fisiko kimia buah menjadi lebih cepat. Kulit tomat sangat mudah mengalami kerusakan karena goresan atau gesekan, sehingga diperlukan penanganan pasca panen yang benar agar sesampainya di tangan konsumen tomat tetap dalam keadaan matang segar dengan warna yang menarik serta mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi. Saat penyimpanan buah dapat mengalami susut fisik (penurunan bobot buah), susut kualitas (warna dan tekstur buah) serta susut nilai gizi (penurunan kadar asam organik dan vitamin) (Cahyono, 2008).

Buah tomat yang dipanen setelah timbul warna merah 10% sampai dengan 20%, hanya tahan disimpan maksimal selama 7 hari pada suhu kamar. Kerusakan pascapanen buah tomat akibat penanganan yang tidak tepat diperkirakan antara 20% sampai dengan 50% (Sinaga, 1984). Menurut Krochta (1992) dalam Harianingsih (2010) metode yang digunakan untuk menghambat proses metabolisme pada buah tomat dapat diatasi dengan penyimpanan atmosfer terkendali, namun metode ini memerlukan biaya yang tinggi. Oleh karena itu metode lain yang lebih praktis dan ekonomis adalah dengan menggunakan bahan pelapis yaitu dengan chitosan. Pelapisan dengan chitosan bertujuan untuk menutup pori-pori atau permukaan bahan yang dapat mengurangi laju respirasi dan transpirasi selama penyimpanan.

Chitosan adalah salah satu alternatif sebagai bahan pelapis alami yang tidak beracun dan aman bagi kesehatan. Chitosan merupakan produk turunan dari polimer kitin yaitu produk samping (limbah) dari pengolahan industri perikanan, khususnya udang dan rajungan. Limbah kepala udang mencapai 35-50% dari total berat udang. Kadar kitin dalam limbah kepala udang berkisar antara 60-70% dan bila diproses menjadi kitosan menghasilkan 15-20% (Linawati, 2006). Beberapa hasil penelitian menunjukkan pelapisan chitosan (1% dan 2% dalam 0.25 N HCl) mengurangi kecepatan respirasi dan produksi etilen pada tomat. Tomat yang di-*coating* dengan chitosan lebih keras, titrasi keasaman lebih tinggi, dan lebih sedikit pigmentasi merah dibandingkan kontrol setelah penyimpanannya selama 4 minggu pada suhu 20°C (El Ghaouth, dkk, 1992).

Menurut Helmiatun (2001), chitosan dengan konsentrasi 10% dapat menurunkan kerusakan pada buah sawo sampai 50%, sedangkan chitosan dengan konsentrasi 15% dapat menekan kerusakan buah sawo hingga 10%. Rahmadianti (2002) membuktikan bahwa perlakuan dalam larutan chitosan 10% dapat memperpanjang umur simpan buah mentimun jepang selama 9 hari penyimpanan pada suhu kamar. Nisa (2002) menyimpulkan bahwa perlakuan konsentrasi chitosan 10% memberikan pengaruh yang nyata terhadap susut berat, tingkat kerusakan dan kadar air serta warna (uji spektrofotometer) cabai merah selama penyimpanan dan perlakuan tersebut juga berpengaruh pada tekstur cabai merah sampai 10 hari penyimpanan.

Penelitian yang dilakukan Jiang dan Tsang (2005) membuktikan bahwa *coating* chitosan (2% chitosan dalam 5% asam asetat) mampu menghambat penurunan kandungan antosianin dan peningkatan aktivitas *polyphenol oxidase* pada penyimpanan leci. Penambahan *coating* chitosan 2,5% mampu meningkatkan kemampuan penghambatan terhadap pertumbuhan mikroba pada buah duku yang disimpan selama 7 hari (Trisnawati, dkk, 2013).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian tentang "Pengaruh Konsentrasi Chitosan Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Selama Penyimpanan".

METODOLOGI

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah buah tomat yang diperoleh dari Dusun Batu Kumbang Kecamatan Lingsar Lombok Barat, chitosan, aquades, asam asetat glasial 1%, amilum 1% dan yodium 0,01 N.

Metode

Tomat dengan tingkat ketuaan yang sama dicuci dan dibersihkan terlebih dahulu dari debu dan kotoran. Kemudian dikeringkan. Larutan chitosan dengan konsentrasi 1% dan 2% dalam 250 ml aquades yang mengandung asam asetat 1% dituang ke dalam gelas kimia yang digunakan untuk pencelupan buah tomat selama 30 detik. Kemudian tomat ditiriskan dan dikeringkan sampai larutan chitosan tidak menetes lagi. Selanjutnya tomat ditimbang untuk mengetahui berat awalnya dan disimpan pada suhu ruang. Analisis dilakukan pada hari ke-0, 7 dan 14.

Parameter Penelitian

Parameter Fisik meliputi susut bobot, warna (indeks warna) dan tingkat kerusakan. Parameter Kimia meliputi kadar air dan vitamin C dengan prosedur Sudarmadji, dkk (1997).

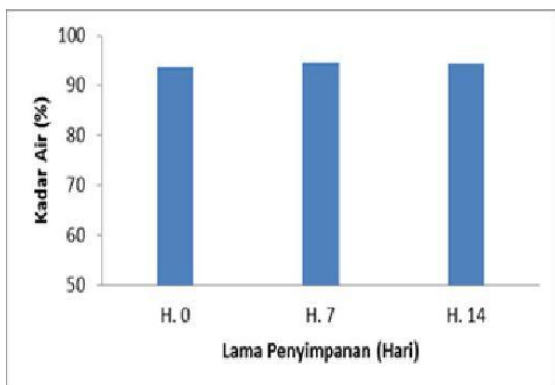
Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi chitosan dengan 3 taraf, yaitu 0%, 1% dan 2% dan faktor kedua adalah lama penyimpanan dengan 3 taraf, yaitu 0 hari, 7 hari dan 14 hari. Kombinasi perlakuan adalah $3 \times 3 = 9$, dengan 3 kali ulangan sehingga diperoleh 27 unit percobaan. Dianalisis menggunakan analisis keragaman (*Analysis of Variance*) pada taraf nyata 5%, dan diuji lanjut menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) 5%. Apabila terdapat interaksi yang signifikan akan diuji lanjut menggunakan *polynomial orthogonal*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis keragaman bahwa penggunaan konsentrasi chitosan (K) dan interaksi antara konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan (KL) tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P \geq 0,05$) terhadap kadar air tomat. Sedangkan lama penyimpanan (L) pengaruh yang nyata ($P \leq 0,05$) terhadap kadar air tomat. Pengaruh lama penyimpanan (L) terhadap kadar air tomat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Kadar Air Tomat

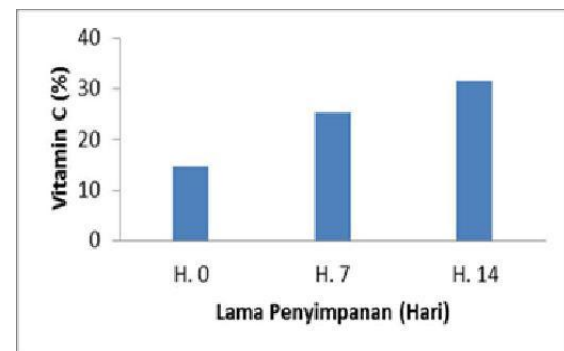
Kadar air tomat meningkat seiring dengan lama penyimpanan. Terjadinya peningkatan kadar air dikarenakan tomat masih mengalami kenaikan respirasi setelah dipanen, sehingga air yang terbentuk diperoleh dari reaksi penguraian glukosa menjadi karbondioksida dan air. Oleh karena itu

semakin matang buah maka kadar air buah tersebut akan semakin meningkat. Hal tersebut karena buah masih mengalami proses metabolisme selama penyimpanan sampai buah menjadi masak optimal.

Menurut Purwadi, dkk (2007), dengan semakin lama penyimpanan maka ketersediaan oksigen juga akan semakin banyak sehingga mengakibatkan aktivitas respirasi yang dihasilkan selama penyimpanan meningkat dan menyebabkan kadar air dalam bahan naik.

Kadar Vitamin C

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis keragaman bahwa penggunaan konsentrasi chitosan (K) dan interaksi antara konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan (KL) tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P \geq 0,05$) terhadap kadar vitamin C tomat. Sedangkan lama penyimpanan (L) memberikan pengaruh yang nyata ($P \leq 0,05$) terhadap kadar vitamin C tomat. Pengaruh lama penyimpanan (L) terhadap kadar vitamin C tomat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Kadar Vitamin C Tomat

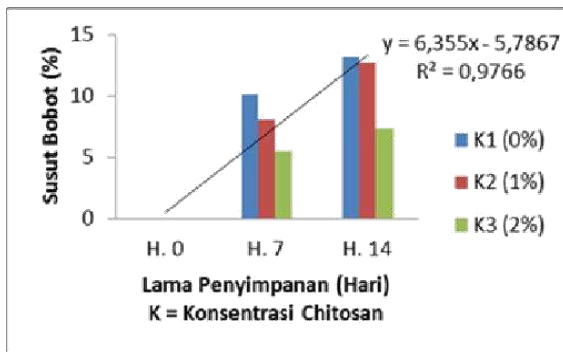
Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar vitamin C tomat cenderung meningkat seiring dengan lama penyimpanan. Kadar vitamin C tertinggi terdapat pada tomat yang disimpan selama 14 hari dan kadar vitamin C terendah terdapat pada tomat yang disimpan pada hari ke-0. Terjadinya peningkatan kadar vitamin C karena buah yang dipanen pada saat matang hijau tetap mengalami proses metabolisme selama penyimpanan sampai buah menjadi masak optimal.

Menurut Phan *et al.* (1986) dalam Regawa (1992), bahwa peningkatan kadar vitamin C disebabkan karena terjadinya pemecahan pati menjadi gula reduksi yang masih tetap berlangsung meskipun buah sudah dipanen. Glukosa-6-fosfat setelah melalui jalur

pentosa fosfat akan membentuk asam askorbat atau biasa disebut dengan vitamin C. Kartika (2010), menambahkan bahwa peningkatan kadar vitamin C dikarenakan terjadinya biosintesis vitamin C dari glukosa yang terdapat pada buah tomat

Susut Bobot

Susut bobot pada produk hortikultura dapat terjadi sejak panen hingga saat dikonsumsi. Besarnya susut bobot sangat tergantung pada jenis komoditi dan cara penanganan selepas panen. Hasil pengamatan dan analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi chitosan (K), lama penyimpanan (L) dan interaksi antara konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan (KL) memberikan pengaruh yang nyata ($P \leq 0,05$) terhadap susut bobot tomat. Pengaruh interaksi antara konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan (KL) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Chitosan dan Lama Penyimpanan terhadap Susut Bobot Tomat

Gambar 3 menunjukkan bahwa susut bobot tomat meningkat seiring dengan konsentrasi chitosan dan lama penyimpanannya. Terjadinya peningkatan susut bobot disebabkan karena masih terjadinya proses respirasi dan transpirasi. Proses transpirasi menyebabkan hilangnya air melalui pori-pori buah sehingga buah mengalami pengurangan berat. Selain itu disebabkan karena permukaan tomat tidak tertutupi secara merata saat dilakukan proses pencelupan sehingga saat penyimpanan, air yang ada di dalam tomat mudah keluar melalui pori-pori pelapis yang digunakan.

Peningkatan susut bobot yang paling rendah terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi chitosan 2% yang disimpan selama 14 hari. Hal ini karena semakin tinggi konsentrasi chitosan yang diberikan maka dapat menghambat terjadinya proses respirasi

dan transpirasi yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan berat. Sedangkan susut bobot yang paling tinggi terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi chitosan 0% yang disimpan selama 14 hari. Hal ini disebabkan karena buah tidak dilapisi dengan chitosan sehingga terjadi proses respirasi yang tinggi yang mengakibatkan penguapan air yang tinggi akibat dari proses transpirasi sehingga menyebabkan tomat mengalami penyusutan berat. Apandi (1984) dalam Kurniawan (2012), bahwa proses transpirasi mengakibatkan kehilangan air dan substrat sehingga berakibat pada penyusutan bahan. Proses transpirasi juga dapat menyebabkan turunnya mutu dan menimbulkan kerusakan bahan. Kehilangan yang sedikit kemungkinan tidak akan terlalu berdampak pada bahan, namun kehilangan air yang banyak akan menyebabkan pelayuan dan pengkeriputan bahan.

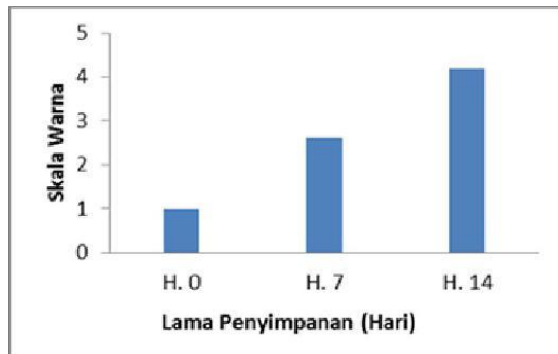
Berdasarkan hasil keragaman yang telah dilakukan diperoleh perbedaan yang nyata terhadap interaksi antara konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan, sehingga diuji lanjut menggunakan *polynomial orthogonal* dan diketahui bahwa bahwa garis yang paling tepat adalah garis linier dengan koefisien $y = 6,355x - 5,7867$ dan $R^2 = 0,9766$. Nilai 6,355 yang menentukan arah regresi linier, karena nilainya positif maka menunjukkan hubungan yang positif artinya semakin meningkatnya konsentrasi chitosan yang digunakan menyebabkan meningkatnya susut bobot tomat sebesar 6,355% selama penyimpanan. Nilai -5,7867 adalah nilai konstanta, sehingga pada nilai (x) = 0 nilai susut bobotnya sekitar -5,7867%. Sedangkan 0,9766 merupakan koefisien determinansi, dengan mengakarkan nilai 0,9766 didapatkan hasil 0,9882. Hasil pengakaran tersebut (0,9882) merupakan koefisien korelasinya, artinya keeratan korelasi antara variabel bebas (perlakuan) dengan variabel terikat (susut bobot) sebesar 0,9882. Nilai 0,9882 terdapat pada kategori sangat kuat, dimana tabel nilai korelasi dapat dilihat pada Tabel 1. Koefisien determinasi sebesar 0,9766 menunjukkan bahwa 97,66% perubahan susut bobot dipengaruhi oleh konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan dan sisanya sebesar 2,34% ($100\% - 97,66\%$) dipengaruhi oleh hal-hal lain diluar variabel bebasnya.

Tabel 1. Arti Nilai Koefisien Korelasi

Nilai Koefisien Korelasi	Keterangan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,299	Rendah
0,40 – 0,599	Cukup
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Warna

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis keragaman bahwa penggunaan konsentrasi chitosan (K) dan interaksi antara konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan (KL) tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P \geq 0,05$) terhadap warna tomat. Sedangkan lama penyimpanan (L) memberikan pengaruh yang nyata ($P \leq 0,05$) terhadap warna tomat. Pengaruh lama penyimpanan (L) terhadap warna tomat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Warna Tomat

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan tomat mengalami perubahan warna dari hijau menjadi merah. Hal ini karena tomat masih melakukan proses respirasi dan metabolisme. Sehingga perubahan warna tomat yang terjadi selama penyimpanan disebabkan karena adanya degradasi klorofil yang terkandung dalam tomat sehingga warna dari pigmen-pigmen lain muncul yang menyebabkan warna merah. Adapun nilai purata dari masing-masing perlakuan secara berturut-turut dengan perlakuan K1L1, K2L1, K3L1, K1L2, K2L2, K3L2, K1L3, K2L3 dan K3L3 yaitu 1, 1, 1, 2, 3, 3, 4, 4 dan 4.

Menurut Basuki, dkk (2012), bahwa perubahan warna hijau disebabkan oleh adanya degradasi klorofil sehingga menyebabkan warna dari pigmen-pigmen lain muncul. Pigmen lain ini yaitu karoten yang menentukan warna oranye dan sebagai

provitamin A, dan xantofil yang menentukan warna kuning sampai oranye serta likopen yang menentukan warna merah. Pigmen karoten dan likopen merupakan pigmen utama pada buah tomat. Dalam hasil penelitian Surhaini dan Indriyani (2009), bahwa terjadinya perubahan yang sangat nyata pada kenampakan buah-buahan dan sayuran adalah perubahan warna. Selama pematangan perubahan warna pada tomat terjadi akibat penurunan jumlah klorofil, dan terjadinya sintesa likopen, karoten dan xantofil sehingga warna berubah menjadi merah. Apandi (1984) dalam Kurniawan (2012), menyatakan bahwa pada waktu pemasakan terjadi sintesa dari pigmen-pigmen tertentu seperti karotenoid disamping terjadinya perombakan klorofil. Perombakan ini terjadi sesudah tercapainya puncak klimakterik sehingga semakin cepat tercapai puncak klimakterik, maka semakin cepat pula terjadi perubahan warna.

Tingkat Kerusakan

Pada penelitian ini belum terjadi kerusakan, karena hasil penelitian dengan perlakuan pengaruh konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan selama 14 hari yang menggunakan tomat tidak terdapat tomat yang rusak. Sehingga belum bisa untuk dilakukan analisa seberapa besar kerusakan yang terjadi.

KESIMPULAN

1. Konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan tidak berinteraksi terhadap kadar air, vitamin C, dan warna, namun berinteraksi terhadap susut bobot tomat.
2. Pelapisan dengan chitosan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, vitamin C dan warna tomat selama penyimpanan.
3. Lama penyimpanan berpengaruh terhadap susut bobot tomat.
4. Konsentrasi chitosan 0, 1 dan 2% dengan lama penyimpanan 0, 7 dan 14 hari, tomat masih belum mengalami kerusakan.
5. Perlakuan dengan konsentrasi chitosan 2% paling efektif dalam menghambat terjadinya perubahan susut bobot selama penyimpanan 14 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni W. 2008. Penggunaan Bahan Pelapis dan Plastik Kemasan untuk

- Meningkatkan Daya Simpan Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) [Skripsi]. Bogor: IPB.
- Basuki E, Prarudiyanto A, dan Zainuri. 2012. Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen. Prima Print, Yogyakarta.
- Cahyono B. 1998. Tomat, Budidaya dan Analisis Usaha Tani. Kanisius, Yogyakarta.
- _____. 2008. Tomat, Usaha Tani dan Penanganan Pascapanen. Kanisius, Yogyakarta.
- Dwidjoseputro D. 1980. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. PT. Gramedia, Jakarta.
- El Ghaouth A, Arul J. Ponnampalan R and Boulet M. 1991. Use of chitosan coating to reduce water loss and maintain quality of cucumber and bell pepper fruits. *J. Food Proc Pres*, 15:359-368.
- El-Ghaouth A, Ponnampalan R, Castaigne F, and Arul J. 1992. Chitosan coating to extend storagelife of tomatoes. *Hort Science*, 27(9):1016-1018.
- Hanafiah KA. 2002. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. Edisi Ketiga. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hardjito L. 2003. Chitosan Lebih Awet dan Aman. <http://www.unhas.ac.id>. [2 Juni 2014].
- Harianingsih. 2010. Pemanfaatan Limbah Cangkang Kepiting Menjadi Chitosan Sebagai Bahan Pelapis (Coater) pada Buah Stroberi [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Helmiatun. 2001. Pengaruh Chitosan Terhadap Pertumbuhan Patogen Penyebab Kerusakan Buah Sawo dan Sifat Fisik Buah Sawo [Skripsi]. Mataram: Universitas Mataram.
- Jiang dan Tsang G. 2005. Lycopene in Tomatos and Prostate Cancer. <http://www.healthcastle.com> [3 Juni 2014].
- Kanara N. 2009. Pengemasan dan Penyimpanan Buah Tomat. <http://blogspot.com> [4 Juli 2014].
- Killay A. 2013. Chitosan Sebagai Anti Bakteri pada Bahan Pangan yang Aman dan Tidak Berbahaya (*Review*). Prossiding FMIPA Universitas Pattimura.
- Kirsman. 2009. Pembuatan Kitosan untuk Penjernihan Air. http://kirsman25bandung.blogspot_ot.com [4 Juli 2014].
- Kurniawan A. 2012. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Suhu dan Lama Perendaman dalam Air Panas terhadap Kualitas Buah Mangga (*Mangifera indica* L.) Arumanis Selama Penyimpanan [Skripsi]. Mataram: Universitas Mataram.
- Laili MN. 2011. Pola Penanganan Pasca Panen pada Sayur. <http://jellylely1509.blogspot.com> [4 Juli 2014].
- Lestari SA dan Suhartono MT. 2000. Bioteknologi Hasil-Hasil Laut. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Linawati H. 2006. Chitosan Bahan Alami Pengganti Formalin. Departemen Teknologi Perairan (THP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor (FKIK-IPB). Bogor.
- Marganof. 2003. Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan. <http://tumoutou.net> [2 Juni 2014].
- Maulida R. 2010. Pelapisan chitosan pada buah salak pondoh (*Salacca edulis rcinw.*) sebagai upaya memperpanjang umur simpan dan kajian sifat fisiknya selama penyimpanan. *J Teknologi Pertanian*, 6(2):45-49.
- Panggabean YW. 2010. Pengaruh Edible Film Chitosan terhadap Umur Simpan Mutu Buah Nenas (*Ananascomosus* L. *Merr*) Segar Terolah Minimal Selama Penyimpanan Atmosfer Termodifikasi. <http://repository.ipb.ac/id/bitstreamhandle12345678962330Ringkasan/pdfsequence=11> [4 Juli 2014].
- Pantastico ERB. 1986. Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Sub Tropika. UGM Press. Yogyakarta.
- Purwadi A, Usada W, dan Isyuniarto. 2007. Pengaruh Waktu Ozonisasi terhadap Umur Simpan Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill.*). Prosiding PPI-PDIPTN. Pustek Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, Yogyakarta.

- Nisa K. 2002. Pengaruh Konsentrasi Chitosan terhadap Sifat Fisik dan Kimia Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Selama Penyimpanan [Skripsi]. Mataram: Universitas Mataram.
- Rahmadiani L. 2002. Pengaruh Konsentrasi Chitosan terhadap Sifat Fisik dan Kimia Mentimun Jepang (*Cucumis sativus* L.) Selama Penyimpanan [Skripsi]. Mataram: Universitas Mataram.
- Regawa IDG. 1992. Pengaruh Berbagai Jenis Kemasan Plastik dan Suhu Penyimpanan terhadap Ketahanan Vitamin C pada Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) [Skripsi]. Mataram: Universitas Mataram.
- Santoso BB. 2000. Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen Tanaman Hortikultura. IPB. Bogor.
- Sinaga RM. 1984. Penelitian Mutu Fisis Buah Beberapa Varitas Tomat. Buletin Penelitian Hortikultura. Balai Penelitian Hortikultura. Lembang. 11(4):32-37.
- Sudarmadji S, Haryono B, dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian (Edisi Keempat). Liberty, Yogyakarta.
- Surhainidan Indriyani. 2009. Pengaruh jenis plastik dan cara kemas terhadap mutu tomat selama dalam pemasaran. J Agronomi 13(2):44-50.
- Trisnawati E, Andesti D, dan Saleh A. 2013. Pembuatan Chitosan dari Limbah Cangkang Kepiting Sebagai Bahan Pengawet Buah Duku Dengan Variasi Lama Pengawetan. J Teknik Kimia 19 (2):17-26.
- Tugiyono H. 2002. Bertanam Tomat. Swadaya, Depok.
- Wiryanta. 2008. Bertanam Tomat. PT Agromedia Pustaka, Jakarta