

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No.2, Agustus 2017



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. Mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan nomor penerbitan dari dua menjadi tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap nomornya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 2 Agustus 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof. Dr. Ir. Kamaruddin Abdullah, IPU. (Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada), Dr. Yudi Chadirin, STP.,M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ir. Agus Buono, MSi, MKom (Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ery Suhartanto, ST.,MT (Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya), Prof.Dr.Ir.Hj. Nurpilihan Bafdal, MSc (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Dr.Ir. Satyanto Krido Saptomo, STP.,M. Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Yohanes Aris Purwanto, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Thamrin Latief, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Asri Widyasanti, STP.,M.Eng (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. I Made Anom Sutrisna Wijaya, M.App., Sc., Ph.D. (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Udayana), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Kurniawan Yuniarto, STP.,MP (Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram), Dr.Ir. Sugiarto, MSi (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Dyah Wulandani, M.Si Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Leopold Oscar Nelwan, MSi (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Pelapisan Lilin Karnauba dan Kitosan untuk Mempertahankan Mutu Wortel Kupas

Carnauba Wax and Chitosan Coating To Maintain Quality of Peeled Carrot

Trisma Rezeki Zairisman, Teknologi Pasca Panen, Institut Pertanian Bogor.

Email: trisma.thp@gmail.com

I Wayan Budiastara, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Email: wbudiastara@yahoo.com

Sugiyono, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor.

Email: Sugiyono@ipb.ac.id

Abstract

Carrot is one kind of vegetables that is highly consumed in Indonesia and foreign countries. Carrots are usually marketed in the form of unpeeled carrots, but now the demand of peeled carrots or minimally processed carrots increases significantly, especially for export. Unfortunately, the peeled carrot usually is more perishable than unpeeled carrots. Therefore, postharvest technology to maintain the quality of peeled carrot is required, one of them is wax coating technology. The aim of this research was to determine the best treatment of coating and storage temperature to maintain quality of peeled carrot during cold storage. Three kinds of storage temperatures (5, 10, 15 °C) and three kinds of coating (carnauba wax, chitosan, carnauba wax+chitosan) were applied in this research. The change of quality of peeled carrot during storage such as moisture content, weight loss, respiration rate, total plate count, color and organoleptic test was investigated. The results showed that the storage temperature significantly influenced the quality parameters analyzed. Coating did not significant affect the quality parameters of peeled carrot. The temperature of 5 °C suppress damage of peeled carrots during storage compared to other temperatures. Chitosan coating combined with storage temperature of 5 °C is the best postharvest treatment for peeled carrot, with the shelf-life of 9 days.

Keyword: *Peeled carrot, minimally processed, coating*

Abstrak

Wortel merupakan salah satu sayuran yang cukup banyak dikonsumsi oleh konsumen dalam dan luar negeri. Biasanya wortel dipasarkan dalam bentuk wortel tanpa kupas, namun saat ini permintaan wortel kupas atau wortel terolah minimal semakin besar khususnya dari Singapura. Wortel dalam keadaan terolah minimal lebih cepat busuk dibandingkan dengan wortel tanpa kupas, sehingga diperlukan teknologi pascapanen untuk mempertahankan mutu dari wortel kupas, salah satunya dengan pelapisan lilin. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis pelilinan dan suhu penyimpanan dingin terbaik untuk mempertahankan mutu wortel kupas. Penelitian ini menggunakan 3 jenis suhu (5, 10, 15°C) dan 3 jenis pelapisan (lilin karnauba, kitosan dan kombinasi). Parameter mutu yang dianalisis adalah kadar air, susut bobot, laju respirasi, total mikroba, warna dan uji organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap parameter mutu yang dianalisis. Pelapisan tidak berpengaruh signifikan terhadap parameter mutu wortel kupas. Suhu 5°C dapat menghambat kerusakan wortel kupas selama penyimpanan dibandingkan dengan suhu lainnya. Pelapisan dengan kitosan dan suhu penyimpanan 5°C adalah perlakuan terbaik untuk wortel kupas dengan umur simpan 9 hari.

Kata Kunci: Wortel kupas, terolah minimal, pelapisan lilin, penyimpanan dingin

Diterima: 11 Maret 2016; Disetujui: 13 Mei 2016

Pendahuluan

Wortel merupakan sayuran yang paling populer diantara sayuran lainnya (Pushkala et al. 2012). Wortel banyak mengandung sumber vitamin dan mineral yang dapat mencegah terjadinya kanker sehingga sangat bermanfaat bagi kesehatan (Brunke 2006). Produksi wortel Indonesia pada tahun 2014 adalah 495800 ton meningkat dari 403827 ton pada tahun 2010. Ekspor wortel meningkat dari 191 ton dengan nilai US \$ 518083 pada tahun 2013 menjadi 314 ton dengan nilai US \$ 723083 pada tahun 2014. Namun demikian, nilai ekspor wortel Indonesia masih kecil dibandingkan impor. Impor wortel pada tahun 2014 sebesar 3461 ton dengan nilai US \$ 3443534 meningkat dua kali lipat dari 1550 ton dengan nilai US \$ 1110063 pada tahun 2013 (BPS 2015). Permintaan wortel diproyeksikan akan terus meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk dan peningkatan pendapatan per kapita.

Wortel biasanya diperdagangkan dalam bentuk wortel tanpa kupas, namun saat ini permintaan terhadap wortel kupas/wortel terolah minimal semakin meningkat. Di samping didorong karena kepraktisan dan kemudahan dari wortel kupas, juga karena semakin terbatasnya waktu konsumen untuk mempersiapkan makanan, akibat aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat yang semakin meningkat.

Wortel tanpa kupas termasuk sayuran yang mudah rusak pada suhu ruang karena tingkat respirasi tinggi sehingga lebih rentan terhadap mikroba pembusuk. Dalam keadaan terolah minimal (wortel kupas), wortel akan lebih cepat busuk karena terjadi luka dan hilangnya lapisan kulit. Wortel terolah minimal biasanya mengalami kerusakan berupa adanya bercak putih pada permukaan dan hilangnya warna *orange* pada wortel selama penyimpanan (Leceta et al. 2015). Oleh karena itu diperlukan teknologi untuk mempertahankan mutu wortel kupas. Ada beberapa teknologi pascapanen yang dapat memperpanjang masa simpan, antara lain dengan pelapisan lilin dan penyimpanan suhu rendah.

Pelapisan adalah metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah/sayuran untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan kontak dengan oksigen, sehingga proses fisiologis seperti pematangan, pembusukan dan reaksi pencoklatan buah/sayuran dapat diperlambat. Lapisan yang ditambahkan di permukaan buah/sayuran ini tidak berbahaya bila ikut dikonsumsi bersama buah/sayuran tersebut (Novita et al. 2012).

Ada beberapa pelapisan yang biasa digunakan pada buah dan sayur yaitu kitosan, lilin lebah, lilin karnauba dan *edible film*. Kitosan adalah salah satu alternatif sebagai bahan pelapis alami yang paling menjanjikan karena tidak beracun dan aman bagi kesehatan (Leceta et al. 2015). Kitosan merupakan produk turunan dari polimer kitin yaitu

produk samping (limbah) dari pengolahan industri perikanan, khususnya udang dan rajungan (Novita et al. 2012). Lilin karnauba adalah bahan *edible coating* alami yang diperoleh dari daun pohon palem Brasil (*Copernicia cerifera*). Lilin karnauba dapat menghambat kehilangan kelembaban, memberikan kilau, meningkatkan umur simpan dan memelihara kualitas pascapanen beberapa buah-buahan seperti mangga dan alpukat. Selain itu lilin karnauba juga dapat mengurangi perkembangan gejala CI (*Chilling Injury*) (Barman et al. 2011).

Pelapisan lilin yang paling banyak diterapkan pada buah dan sayur adalah pelapisan lilin lebah dan kitosan. Pelapisan kitosan sudah dilakukan pada wortel rajangan tetapi belum pada wortel kupas, sedangkan pelapisan lilin karnauba belum dilakukan pada sayuran termasuk wortel, begitu pula dengan kombinasi lilin karnauba dan kitosan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah menentukan jenis pelilinan dan suhu penyimpanan dingin terbaik untuk mempertahankan mutu wortel kupas, dengan tujuan khusus, 1) menganalisis pengaruh pelapisan serta suhu penyimpanan terhadap mutu wortel kupas selama penyimpanan dingin, dan 2) menentukan jenis pelapisan dan suhu penyimpanan yang tepat untuk mempertahankan mutu wortel kupas.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-April 2016 di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Pengawasan Mutu dan Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Bahan utama yang digunakan adalah wortel (varietas lokal) yang berbentuk seragam (berdiameter ± 5 cm), segar, tidak luka, dan ukuran relatif seragam, yang diperoleh dari Kebun Wortel di Cianjur Pasir Sarongge. Bahan lain yang digunakan adalah lilin karnauba (*Copernicia cerifera*), kitosan (sumber kulit udang dari lab. Mikrobiologi Fakultas Perikanan IPB), gliserol, asam asetat glasial 1%, asam oleat, trietilamin, dan akuades. Peralatan yang digunakan adalah timbangan *digital*, cawan aluminium, sendok pengaduk, panci, keranjang buah, kompor, desikator, lemari pendingin, *Chromameter*, stoples, *gas analyzer*, viskometer dan oven.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan larutan lilin karnauba yang optimal dengan mengkombinasikan perbandingan konsentrasi lilin karnauba dan asam oleat untuk diaplikasikan pada wortel kupas. Larutan lilin karnauba yang optimal

adalah larutan yang memberikan viskositas tidak terlalu kental, tidak terlalu encer melalui pengukuran dengan alat viskometer (obyektif) dan dengan pengamatan secara visual (subyektif). Larutan terlalu encer akan mengurangi efek penghambatan reaksi pencoklatan pada produk dan larutan yang terlalu kental akan mengakibatkan lapisan yang terbentuk tidak merata dan memperlama waktu pengeringan produk (Irianto *et al.* 2006). Empat tingkat konsentrasi lilin karnauba dan asam oleat dikaji, yaitu: 1) lilin karnauba 10 g : 10 ml asam oleat, 2) lilin karnauba 10 g : 3 ml asam oleat, 3) lilin karnauba 20 g : 10 ml asam oleat, 4) lilin karnauba 20 g : 30 ml asam oleat. Prosedur pembuatan larutan lilin karnauba adalah sebagai berikut: lilin karnauba dan asam oleat dicampur dengan perbandingan seperti di atas, kemudian ditambahkan trietilamin 10 ml dan diaduk terus menerus selama 10 menit. Selanjutnya ditambahkan air panas 1 liter dengan suhu mencapai 85-90 °C sambil terus diaduk selama ± 20 menit hingga homogen.

Pada penelitian utama dilakukan proses pelapisan lilin karnauba, kitosan dan kombinasi (lilin karnauba+kitosan) pada wortel kupas. Larutan konsentrasi lilin karnauba untuk penelitian utama adalah konsentrasi terpilih pada penelitian pendahuluan. Pembuatan larutan kitosan dilakukan dengan prosedur sebagai berikut. Kitosan dengan konsentrasi 10 g dilarutkan dalam asam asetat 10 ml sambil terus menerus diaduk selama 15 menit, kemudian ditambahkan gliserol 15% dan diaduk selama 30 menit sampai homogen, sehingga akan diperoleh larutan kitosan (Leceta *et al.* 2015). Asam asetat berfungsi untuk mengatur pH larutan sedangkan gliserol sebagai plasticizer untuk mengikat air, menurunkan Aw dan dapat memperoleh sifat mekanik yang memadai (Leceta *et al.* 2015). Larutan kombinasi lilin karnauba dan kitosan adalah campuran antara larutan lilin karnauba dan kitosan dengan rasio 1:1. Selanjutnya dilakukan pelapisan pada wortel kupas. Wortel yang sudah dikupas dicelupkan dalam larutan lilin karnauba, kitosan dan kombinasi selama 2 menit, kemudian wortel ditiriskan dan dikeringkan sampai tidak menetes lagi (± 2 menit). Setelah kering, wortel kupas disimpan pada suhu dingin 5°C, 10°C dan 15°C serta diamati perubahan mutunya selama penyimpanan. Parameter mutu yang diamati adalah kadar air, susut bobot, laju respirasi, total mikroba, warna dan uji organoleptik.

Viskositas (Jacob 1958)

Pengukuran viskositas dilakukan pada penelitian pendahuluan untuk mengetahui viskositas yang terbaik dari larutan lilin karnauba. Viskositas larutan lilin karnauba diukur menggunakan viskometer (Brookfield Digital Viscometer Model DV-E). Sebelumnya dilakukan pemilihan spindel (logam berbentuk silinder) dengan cara *trial and error* sesuai dengan viskositas larutan. Larutan lilin

karnauba ditimbang 800 ml. Kemudian spindel dipasang pada viskosimeter dan diatur kecepatan rpm. Spindel diturunkan hingga terendam dalam larutan sampai pada garis batas spindel. Kepala spindel harus berada pada posisi tengah dari sampel. Viskositas larutan sampel dibaca pada alat kemudian dilakukan perhitungan sesuai faktor konversi dengan Persamaan 1.

$$V = (S,K) \times fk \quad (1)$$

Dimana V adalah viskositas (cps), S adalah spindel, K adalah kecepatan (rpm) dan fk adalah faktor konversi.

Kadar Air (AOAC 2005)

Cawan yang akan digunakan dikeringkan terlebih dahulu dalam oven, didinginkan kemudian ditimbang. Sampel wortel kupas dipotong kecil sebanyak 5 gram diletakkan dalam cawan, ditimbang dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100 – 105°C selama 3 hari (hingga konstan). Setelah itu dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Setelah dingin ditimbang. Banyaknya kadar air dihitung dengan Persamaan 2.

$$Ka = ((A-B)/A) \times 100\% \quad (2)$$

Dimana Ka adalah kadar air (%), B adalah berat bahan setelah kering (g) dan A adalah berat bahan awal (g).

Susut Bobot (Shahid *et al.* 2011 dengan modifikasi)

Penentuan susut bobot dilakukan dengan mengukur bobot buah wortel kupas yang diukur setiap 3 hari sekali. Bobot awal (W_0) ditentukan pada bobot wortel kupas sebelum penyimpanan, sedangkan bobot akhir (W_1) ditentukan pada bobot wortel kupas setelah penyimpanan. Jadi susut bobot adalah selisih dari bobot pada sebelum penyimpanan dan setelah penyimpanan. Susut bobot dihitung dengan Persamaan 3.

$$Sb = ((W_0 - W_1)/W_0) \times 100\% \quad (3)$$

Dimana Sb adalah Susut bobot (%), W_1 adalah bobot akhir (g) dan W_0 adalah bobot awal (g).

Laju Respirasi (Singh *et al.* 2013 dengan modifikasi)

Laju respirasi diukur berdasarkan laju produksi CO₂. Pengukurannya dilakukan dengan memasukkan wortel kupas sebanyak 500 gram ke dalam stoples yang tertutup rapat dan pada bagian pinggir penutup dilapisi dengan lilin (malam) sedemikian rupa sehingga diharapkan tidak ada udara yang masuk melalui sela-sela antara stoples dan penutup. Setelah itu disimpan dalam lemari

Tabel 1. Nilai viskositas larutan lilin karnauba pada 4 tingkat konsentrasi.

Konsentrasi (Karnauba : as. Oleat)	10 g : 10 ml	10 g : 20 ml	20 g : 10 ml	20 g : 30 ml
Viskositas (sentipoise)	1.21	1.45	1.27	1.94

pendingin pada suhu 5°C, 10°C dan 15°C. Ujung-ujung dari dua selang dijepit dan saat pengukuran dua selang tersebut dihubungkan dengan alat pengukuran (*gas analyzer* Model 1205B Handheld CO/CO₂) untuk melewati gas CO₂. Pada alat akan terbaca persen gas CO₂. Pengukuran laju respirasi dilakukan 3 hari sekali sampai produk rusak. Laju produksi gas CO₂ (ml/kg jam) selama respirasi dihitung dengan Persamaan 4.

$$R = (V dx)/(W dt) \quad (4)$$

Dimana R adalah laju respirasi (ml/kg jam), W adalah berat segar produk (kg), x adalah konsentrasi gas CO₂(%), t adalah waktu (jam) dan V adalah volume bebas ruangan "respiration chamber" (ml).

Uji Total Mikroba (Rahayu dan Nurwitri 2012)

Metode yang digunakan yaitu metode hitungan cawan (*Total Plate Count* (TPC)). Tahap awal perhitungan total mikroba dilakukan dengan pengenceran 10 g sampel pada 90 ml NaCl fisiologis sebagai pengencer. Sampel yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan cawan petri yang telah disterilkan sebanyak 1 ml menggunakan pipet volume, kemudian dihomogenkan, setelah itu diambil 1 ml cairan menggunakan pipet volume dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml larutan pengencer untuk pengenceran 10⁻¹, pengenceran 10⁻² diambil cairan sebanyak 1 ml dari pengenceran 10⁻¹ ditambah 9 ml akuades. Tingkat pengenceran dilakukan hingga didapat pengenceran 10⁻¹⁰. Penghitungan total mikroba dilakukan dengan 3 ulangan. Media yang digunakan media agar atau PCA (*plate count agar*) sebanyak 10 ml yang dituangkan pada cawan petri dan digerak-gerakkan membentuk angka delapan. Selanjutnya cawan petri tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dalam posisi terbalik. Kemudian dilakukan perhitungan jumlah total mikroba. Jumlah bakteri diukur dengan Persamaan 5.

$$N = \text{Jumlah koloni pada cawan} / [(1 \times n1) + (0,1 \times n2)] \times d \quad (5)$$

Dimana N adalah jumlah koloni (ml/gr), n1 adalah jumlah cawan pada pengenceran pertama, n2 adalah jumlah cawan pada pengenceran kedua dan d adalah pengenceran pada cawan pertama.

Warna (Hung et al. 2011)

Pengukuran warna menggunakan alat Chromameter (Konica Minolta CR-400, Jepang). Pengukuran dilakukan dengan menempelkan sampel pada sensor dari alat kemudian sinar

ditembak pada bahan dan besarnya pantulan ditangkap oleh sensor dan terbaca di display dalam bentuk nilai L (kecerahan), a (merah-hijau) dan b (kuning-biru). Pengukuran warna dilakukan 3 hari sekali pada 3 titik yang sama.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan uji hedonik. Uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan 25 panelis tidak terlatih dalam rentang usia 20-30 tahun, mengikuti metode Tobin et al. (2013). Parameter organoleptik yang diujikan adalah kesegaran, warna dan tekstur. Skala penilaian uji hedonik terdiri dari 7 skala, yaitu (1) sangat tidak suka; (2) tidak suka; (3) agak tidak suka; (4) biasa; (5) agak suka; (6) suka; (7) sangat suka.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor yaitu jenis pelapisan dan suhu penyimpanan, dengan 3 kali ulangan. Pengaruh pelapisan dan suhu penyimpanan terhadap perubahan mutu dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) menggunakan software SAS dan uji lanjut Duncan pada taraf nyata 95% atau pada taraf ($\alpha < 0.05$). Penentuan pelapisan lilin dan suhu penyimpanan yang optimal berdasarkan perubahan mutu yang minimum dan uji organoleptik dengan skor/skala nilai 4 atau sama besar.

Hasil dan Pembahasan

Penentuan Konsentrasi Larutan Lilin Karnauba

Larutan lilin karnauba dengan konsentrasi 10 g : 20 ml (karnauba dan asam oleat) menunjukkan nilai viskositas yang tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah dibandingkan dengan nilai viskositas larutan lainnya (Tabel 1), hal ini juga didukung oleh pengamatan secara visual dimana larutan lilin karnauba dengan konsentrasi 10 g : 20 ml (karnauba dan asam oleat) menunjukkan viskositas yang tidak terlalu encer dan juga tidak terlalu kental. Oleh karena itu, konsentrasi 10 g lilin karnauba dalam 20 ml asam oleat digunakan dalam penelitian utama.

Pengaruh Pelilinan dan Suhu Penyimpanan terhadap Mutu Wortel Kupas

Kadar Air

Gambar 1(a) menunjukkan bahwa kadar air wortel kupas selama penyimpanan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena terjadinya

proses transpirasi selama penyimpanan dingin yang menyebabkan penurunan tingkat kesegaran. Proses transpirasi adalah proses hilangnya air dalam berbagai bentuk dari produk melalui penguapan sebagai akibat dari kadar air produk yang lebih tinggi dari kelembaban udara lingkungan.

Suhu penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar air wortel kupas. Kadar air wortel kupas pada suhu 5°C lebih tinggi dibandingkan dengan suhu 10°C dan 15°C. Suhu rendah dapat menghambat kehilangan air selama penyimpanan sehingga memberi pengaruh terhadap penurunan kadar air. Pelapisan tidak berpengaruh terhadap kadar air wortel kupas. Laju penurunan kadar air wortel kupas pada pelapisan lilin karnauba paling rendah selama penyimpanan (Gambar 1(b)), hal ini menunjukkan bahwa pelapisan lilin karnauba lebih mampu menghambat penurunan kadar air.

Susut Bobot

Gambar 2(a) menunjukkan bahwa susut bobot wortel kupas mengalami peningkatan selama penyimpanan. Penurunan bobot wortel kupas sangat dipengaruhi oleh keadaan suhu lingkungan. Semakin lama waktu penyimpanan maka persentase susut bobot wortel kupas semakin meningkat.

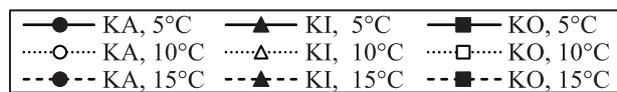
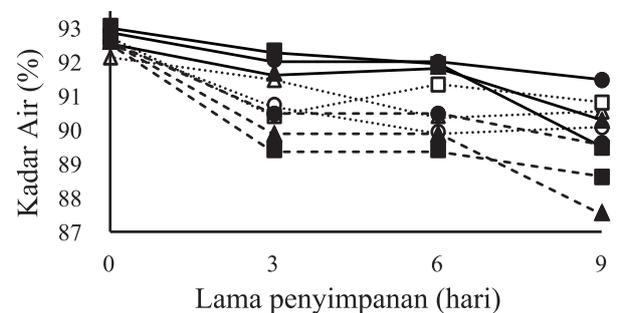
Suhu penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan susut bobot wortel kupas. Susut bobot wortel kupas pada suhu 5°C lebih

rendah dibandingkan dengan suhu 10°C dan 15°C. Hal ini menyatakan bahwa penyimpanan pada suhu rendah dapat menghambat terjadinya penurunan bobot karena dapat memperlambat proses respirasi dan mengurangi proses transpirasi yang terjadi pada wortel kupas. Laju respirasi yang lambat akan menyebabkan kehilangan air sebagai hasil dari proses respirasi juga akan berjalan lambat (Marlina *et al.* 2014), sehingga laju penurunan bobot juga lebih rendah.

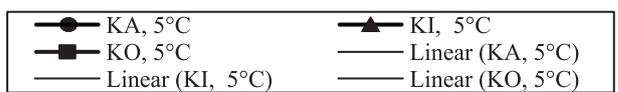
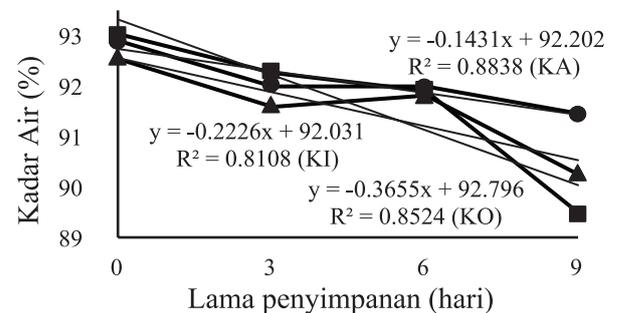
Perlakuan pelapisan tidak berpengaruh terhadap susut bobot wortel kupas. sejalan dengan hasil penelitian Marlina *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa perlakuan pelapisan tidak berpengaruh nyata sedangkan suhu penyimpanan berpengaruh nyata pada suhu 15°C dan suhu ruang. Gambar 2(b) menunjukkan bahwa laju penurunan kadar air wortel kupas pada pelapisan lilin karnauba paling rendah selama penyimpanan, hal ini menunjukkan bahwa lilin mampu menghambat susut bobot wortel kupas. Hasil yang sama dilaporkan oleh Jo *et al.* (2014) bahwa lilin karnauba terbukti dapat meminimalkan penurunan susut bobot dengan menjaga kehilangan air dari buah apel.

Laju Respirasi

Gambar 3(a) menunjukkan bahwa laju respirasi CO₂ wortel kupas pada semua suhu dan perlakuan pelapisan mengalami penurunan selama

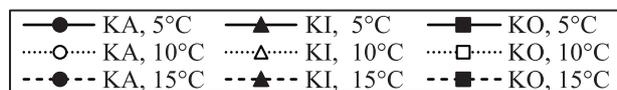
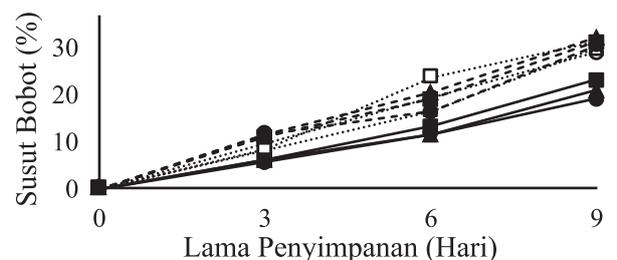


(a)

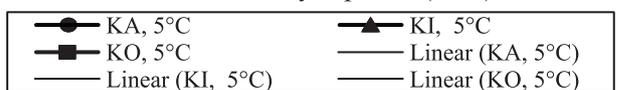
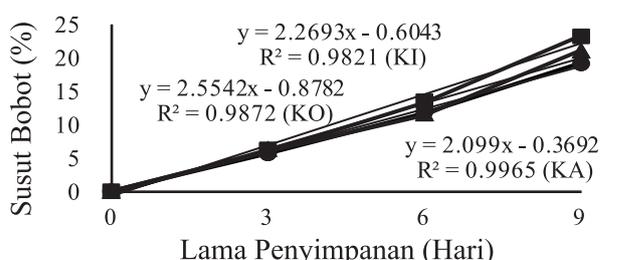


(b)

Gambar 1. (a) Perubahan kadar air selama penyimpanan, (b) persamaan linier kadar air suhu 5°C.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Perubahan susut bobot selama penyimpanan, (b) persamaan linier susut bobot suhu 5°C.

Tabel 2. Peningkatan total mikroba selama penyimpanan.

Perlakuan	Suhu (°C)		
	5	10	15
Lilin Karnaubas	1.23×10^5 CFU/g	2.8×10^5 CFU/g	2.15×10^5 CFU/g
Kitosan	1.82×10^5 CFU/g	4.6×10^5 CFU/g	2.14×10^6 CFU/g
Kombinasi	3.2×10^5 CFU/g	4.9×10^5 CFU/g	1.49×10^8 CFU/g

penyimpanan. Suhu penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap penurunan laju respirasi wortel kupas. Laju respirasi CO₂ pada suhu 5°C lebih rendah dibandingkan dengan suhu 10°C dan 15°C. Hal ini sesuai dengan penelitian Hasbi *et al.* (2005) bahwa penyimpanan suhu rendah dapat menekan kecepatan laju respirasi dan transpirasi sehingga kedua proses ini berjalan dengan lambat, yang berarti suhu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap laju respirasi. Penurunan laju respirasi wortel kupas yang terjadi sebanding dengan peningkatan susut bobot wortel kupas yang diakibatkan oleh kehilangan air dari wortel kupas yang terus meningkat selama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa laju respirasi saling berkaitan dengan susut bobot dan kadar air wortel kupas selama penyimpanan.

Perlakuan pelapisan tidak berpengaruh terhadap laju respirasi wortel kupas, pada pelapisan lilin karnauba menunjukkan laju penurunan respirasi paling rendah selama penyimpanan (Gambar 3(b)), hal ini menunjukkan bahwa pelapisan lilin karnauba lebih mampu menghambat laju respirasi. Hasil yang sama dilaporkan oleh Barman *et al.* (2011) pada buah delima yang diberi pelapisan lilin karnauba dapat mengurangi pertukaran gas dan pemanfaatan oksigen sehingga menyebabkan rendahnya kemampuan respirasi dalam jaringan produk selama penyimpanan.

Total Mikroba

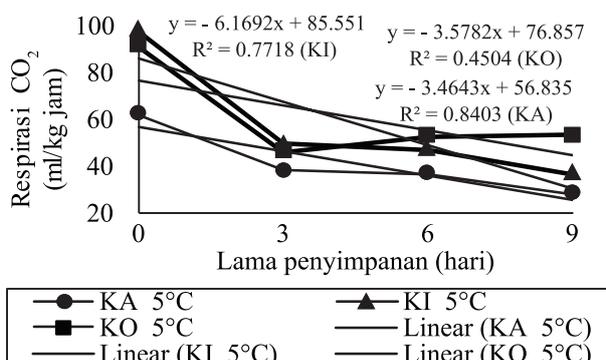
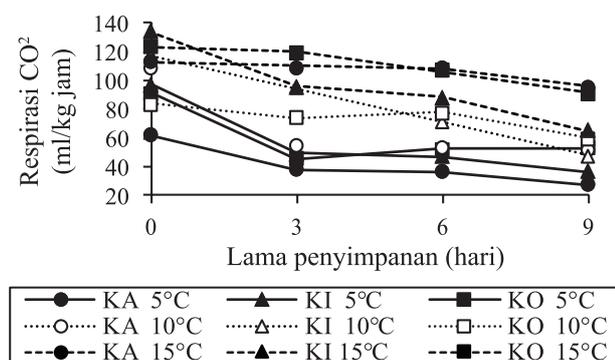
Pengukuran total mikroba dilakukan pada hari ke-0 (awal penyimpanan) dan hari ke-9 (akhir penyimpanan). Pada awal penyimpanan jumlah total mikroba berkisar antara $4.5 \times 10^4 - 9.4 \times 10^5$ CFU/g mengalami peningkatan pada akhir penyimpanan

berkisar antara $2.0 \times 10^5 - 1.5 \times 10^8$ CFU/g.

Peningkatan total mikroba ditunjukkan pada Tabel 2, yang merupakan pengurangan dari jumlah total mikroba awal penyimpanan dengan akhir penyimpanan. Hasil analisis peningkatan total mikroba selama penyimpanan menunjukkan bahwa yang terendah terdapat pada suhu 5°C disusul oleh suhu 10°C dan 15°C dan perlakuan pelapisan yang memiliki peningkatan total mikroba terendah terdapat pada pelapisan lilin karnauba disusul oleh kitosan dan kombinasi sebesar 1.23×10^5 CFU/g. Namun pada pelapisan kitosan jumlah total mikroba masih lebih rendah dibandingkan dengan tingkat cemaran mikroba pada wortel di Jawa Barat yang terdapat di swalayan yaitu sebesar 1.90×10^7 CFU/gr (Misgiyarta dan Munarso 2005). Jumlah ini juga masih lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Pushkala *et al.* (2012) yaitu dengan jumlah mikroba 10^7 CFU/gr pada wortel rajangan. Hal ini menunjukkan bahwa pelapisan kitosan pada penelitian ini masih mampu menekan jumlah total mikroba.

Perubahan Warna

Warna wortel kupas menunjukkan penurunan selama penyimpanan. Suhu penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap penurunan warna nilai L (kecerahan), nilai a (merah-hijau) dan nilai b (kuning-biru) wortel kupas. Nilai warna L, a dan b pada suhu 5°C lebih tinggi dibandingkan dengan suhu 10°C dan 15°C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu 5°C dapat mempertahankan warna pada wortel kupas dibandingkan dengan suhu 10°C dan 15°C. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka nilai kecerahan akan semakin rendah dan secara visual terlihat lebih gelap (Hasbi *et al.* 2005).



Gambar 3. Perubahan laju respirasi CO₂ selama penyimpanan (a), persamaan linier laju respirasi CO₂ suhu 5°C (b).

Hasil yang sama juga diperoleh oleh Muhdarsyah (2007) warna nilai L, a dan b pada wortel rajangan menunjukkan bahwa pada suhu penyimpanan 5°C lebih rendah penurunan perubahan warna nilai L, a dan b dibandingkan dengan suhu ruang.

Perlakuan pelapisan tidak berpengaruh terhadap perubahan warna nilai L (kecerahan), nilai a (merah-hijau) dan nilai b (kuning-biru) wortel kupas. Pada Gambar 4(b), pelapisan kitosan menunjukkan laju penurunan warna wortel kupas paling rendah selama penyimpanan, yang juga menunjukkan bahwa pelapisan kitosan dapat mempertahankan perubahan warna dari wortel kupas selama penyimpanan. Menurut Pushkala *et al.* (2012) kitosan memiliki efek pada permukaan pori-pori wortel dan memberikan kontribusi untuk terjadinya penundaan kecerahan pada produk. Hal ini ditegaskan oleh penelitian Leceta *et al.* (2015) yang menyimpulkan bahwa pelapisan kitosan dapat mempertahankan perubahan warna wortel selama 15 hari.

Uji Organoleptik

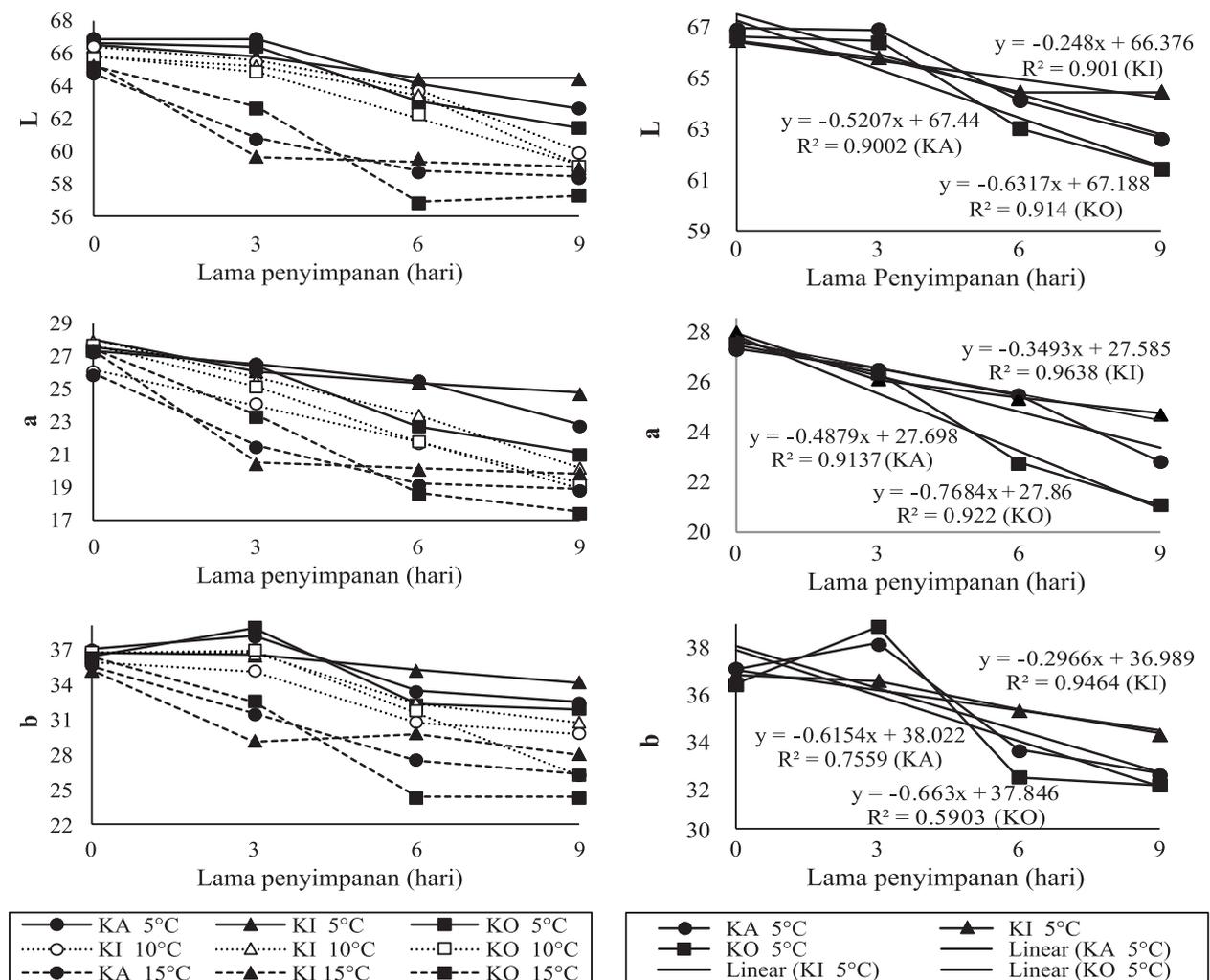
Uji organoleptik wortel kupas diukur berdasarkan warna, kesegaran dan tekstur wortel kupas yang dipresentasikan secara keseluruhan (Gambar

5). Selama penyimpanan skor hedonik panelis terhadap warna, kesegaran dan tekstur wortel kupas yang dilapisi kitosan pada suhu 5°C masih dinyatakan suka oleh panelis hingga hari ke-9 dengan nilai sebesar 4.0, namun pada hari ke-12 sudah ditolak panelis. Perlakuan pelapisan dan suhu lainnya pada hari ke-9 terhadap warna, kesegaran dan tekstur (organoleptik keseluruhan) wortel kupas menunjukkan nilai berkisar antara 2.6 - 3.6.

Penentuan Pelapisan dan Suhu Penyimpanan yang Optimal

Suhu penyimpanan yang optimal untuk wortel kupas adalah suhu 5°C, karena semua indikator mutu (kadar air, susut bobot, laju respirasi, kekerasan, total mikroba, warna dan uji organoleptik) wortel kupas lebih baik dibandingkan dengan suhu 10°C dan 15°C.

Pelapisan lilin karnauba memberikan keunggulan pada parameter kadar air, susut bobot, laju respirasi dan total mikroba. Sedangkan pelapisan kitosan unggul pada parameter warna dan uji organoleptik, dimana berdasarkan skor penilaian organoleptik pelapisan kitosan dapat tahan hingga 9 hari. Selain itu, kitosan juga masih



Gambar 4. Tingkat kesukaan panelis terhadap wortel kupas secara keseluruhan.

mampu menekan jumlah total mikroba selama penyimpanan. Dengan demikian, pelapisan dan suhu penyimpanan terbaik untuk wortel kupas adalah pelapisan kitosan dan suhu penyimpanan 5 °C dengan umur simpan 9 hari.

Simpulan

Suhu penyimpanan (5°C, 10°C dan 15°C) berpengaruh signifikan terhadap semua parameter mutu wortel kupas yang dianalisis. Perlakuan pelapisan (lilin karnauba, kitosan, kombinasi) tidak berpengaruh terhadap parameter mutu wortel kupas. Pelapisan dan suhu penyimpanan terbaik untuk wortel kupas adalah pelapisan kitosan dan suhu penyimpanan 5°C dengan umur simpan 9 hari.

Daftar Pustaka

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005. Moisture in plants. Di dalam : Horwitz W, Latimer GW Jr, editor. *Official Methods of Analysis of AOAC International 18th Edition*. Maryland (US): AOAC International.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Provinsi Indonesia Dalam Angka 2015. BPS. Indonesia.
- Barman K, Asrey R, Pal RK. 2011. Putrescine and carnauba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 130: 795–800.
- Brunke H. 2006. *Commodity Profile: Carrots*. AgMRC, Agricultural Issues Center University of California.
- Fabricio PG, Marise C, Martin, Geraldo J, Silva J, Silvia A, Lourenco, Lilian A. 2010. Postharvest control of brown rot and Rhizopus rot in plums and nectarines using carnauba wax. *Postharvest Biology and Technology*, 58: 211–217.
- Harun N, Efendi R, Hasibuan SH. 2012. *Penggunaan lilin untuk memperpanjang umur simpan buah naga merah (Hylocereus polyrhizus)*. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- Hasbi, Daniel S, Juniar. 2005. Masa simpan buah manggis (*Garcinia mangostana* L) pada berbagai tingkat kematangan, suhu dan jenis kemasan. *J. Teknologi dan Industri Pangan*. Vol. XVI. 199-205s.
- Hung DV, Tong S, Tanaka F, Yasunaga E, Hamanaka D, Hiruma N, Uchino T. 2011. Controlling the weight loss of fresh produce during postharvest storage under a nano-size mist environment. *Food Engineering*. 106:325-330.
- Irianto HE, Darmawan M, Mindarwati E. 2006. Pembuatan edible film dari komposit karaginan, tepung tapioka dan lilin lebah (beeswax). *J. Penel. Perik. Indonesia*. 1(2): 93–101.
- Leceta I, Molinaro S, Guerrero, Kerry JP, de la Caba K. 2015. Quality attributes of map packaged ready-to-eat baby carrots by using chitosan-based coatings. *Postharvest Biology and Technology*. 100: 142–150.
- Jacobs MB. 1958. *The chemistry and technology of food and food product*. Interscience Publishers. New York.
- Jo WS, Song HY, Song NB, Lee JH, Min SC, Song KB. 2014. Quality and microbial safety of 'Fuji' apples coated with carnauba-shellacwax containing lemongrass oil. *LWT - Food Science and Technology*. 55: 490-497.
- Marlina L, Purwanto YA, Ahmad U. 2014. Aplikasi pelapisan kitosan dan lilin lebah untuk meningkatkan umur simpan salak pondoh. *Jurnal Keteknikan Pertanian* Vol. 28, No. 1.
- Misgiyarta, Munarso SJ. 2005. Microbecontaminant at fresh vegetables. *Paper presented in the 9th ASEAN Food Conference*, Jakarta 8–10 August 2005.
- Muhdarsyah. 2007. Kajian penyimpanan rajangan wortel segar terolah minimal dalam kemasan atmosfer termodifikasi. [Tesis]. Studi Teknologi Pascasarjana, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Novita M, Satriana, Martunis, 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* Vol. (4) No.3.
- Pushkala R, Parvathy KR, Srividya N. 2012. Chitosan powder coating, a novel simple technique for enhancement of shelf life quality of carrot shreds stored in macro perforated LDPE packs. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 16: 11–20.
- Rahayu WP, Nurwitri CC. 2012. *Mikrobiologi Pangan*. Bogor (ID): IPB Press
- Sa'adah K, Susilo B, Yulianingsih R. 2015. Pengaruh pelapisan lilin lebah dan pengemasan terhadap karakteristik buah mangga apel (*Mangifera indica* L.) selama penyimpanan pada suhu ruang. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, Vol. 3 No. 3, 364-371.
- Shahid MN, Abbasi NA. 2011. Effect of beewax coatings on physiological changes in Fruits of sweet orange cv. "blood red". *Sarhad J. Agric*. Vol.27, No.3.
- Singh R, Giri SK, Kulkarni SD. 2013. Respiratory behavior of turning stage mature tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under closed system at different temperature. *Croat. J. Food Sci. Technol* 5(2):78-84.
- Tobin BD, O'Sullivan MG, Hamill RM and Kerry JP. 2013. The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. *Meat Sci*. 93, 145–152.