

APLIKASI BAHAN PENYALUT BERBASIS PATI SAGU DAN ANTIMIKROBA MINYAK SEREH UNTUK MENINGKATKAN UMUR SIMPAN PAPIKA (*Capsicum Annum* Var. Athena) MERAH

Widaningrum, Miskiyah dan Christina Winarti

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No. 12 A Bogor 16114
Email: widaningrum_adnan@yahoo.com

(Diterima 18-09-2015; Disetujui 17-05-2016)

ABSTRAK

Paprika (*Capsicum annuum* var. Athena) termasuk jenis bahan pangan yang mudah rusak, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan umur simpannya. Teknologi bahan penyalut potensial digunakan untuk meningkatkan masa simpan dan memperbaiki mutu mikrobiologis paprika. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan bahan penyalut berbasis pati sagu dengan inkorporasi antimikroba alami minyak sereh terhadap karakteristik paprika merah selama penyimpanan pada suhu 20 dan 8 °C. Penelitian meliputi pembuatan bahan penyalut berbasis pati sagu dengan penambahan minyak sereh sebagai antimikroba, aplikasinya pada paprika merah, dan analisis sifat fisik serta total mikroba selama penyimpanan. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap pola faktorial yang terdiri atas dua faktor (konsentrasi minyak sereh sebagai antimikroba dan lama pencelupan) serta dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah perlakuan paprika merah dengan pencelupan selama 5 menit dalam formula bahan penyalut yang ditambah minyak sereh sebagai antimikroba pada konsentrasi 0,2% dan disimpan pada suhu 8 °C. Pada perlakuan tersebut, paprika merah mampu meningkat masa simpannya sampai 7 hari dengan jumlah total mikroba yang masih dapat diterima dan kondisi yang cukup segar.

Kata Kunci: Paprika merah, bahan penyalut, minyak sereh, senyawa antimikroba

ABSTRACT

Widaningrum, Miskiyah and Christina Winarti. 2016. Application of starch-based edible coating enriched with lemongrass oil as antimicrobials to improve shelf life of red-bell pepper.

Red-bell peppers (*Capsicum annuum* var. Athena) is a perishable vegetable, so it is necessary to improve its shelf life. The edible coating technology can potentially be used to increase shelf life and improve microbiological quality of paprika. This study aimed to determine the effect of sago starch-based coating material with incorporation of natural antimicrobial lemongrass oil on the characteristics of red-bell pepper during storage at 20 and 8°C. The study included preparation of sago starch-based coating material with the addition of lemongrass oil as antimicrobial, their application on red-bell pepper and analysis of physical properties as well as the total microbial during storage. The research design used was factorial completely randomized design consisting of two factors (concentration of lemongrass oil as an antimicrobial and dipping time) with three replications. The results showed that the best treatment was dipping of red-bell peppers into coating formula containing lemongrass oil 0.2% for 5 minutes and storing at 8°C. This treatment provided enhancement of red-bell pepper shelf life up to 7 days with the acceptable total microbials and quite fresh conditions.

Keywords : Red bell-pepper, edible coating, lemongrass oil, antimicrobial agent

PENDAHULUAN

Paprika (*Capsicum annum* var Athena) merupakan salah satu sayuran yang memiliki prospek cerah. Peluang pasar luar dan dalam negeri masih terbuka lebar. Hal ini sejalan dengan pertumbuhan pasar swalayan di dalam negeri dan banyaknya permintaan dari importir. Produksi paprika Indonesia 54 ton lebih per bulan belum mampu memenuhi permintaan dalam negeri. Untuk pasar luar negeri, ekspor paprika Indonesia telah mencapai beberapa negara seperti Taiwan dan Singapura. Pada tahun 2008, Singapura meminta 10 ton paprika per minggu dan baru dapat dipasok sekitar 4-6 ton saja oleh petani paprika di Lembang, Jawa Barat. Pada tahun 2013, Malaysia dan Singapura meminta lebih kurang pasokan paprika 30-40 ton per minggu¹. Produksi paprika di Jawa Barat (sebagai sentra produksi paprika di Indonesia) terus meningkat dari tahun 2009 (7,789 ton) menjadi 11,661 ton pada tahun 2011². Berdasarkan data rata-rata luas panen cabai tahun 2009-2013 yang bersumber dari FAO, Indonesia menempati urutan pertama sebagai negara dengan luas panen cabai dan paprika hijau terbesar di ASEAN dengan rata-rata kontribusi sebesar 96,22% dari total luas panen cabai dan paprika hijau ASEAN³. Dengan demikian, Indonesia berpotensi besar untuk dapat memenuhi kebutuhan paprika di pasar ASEAN.

Kendala utama ekspor paprika adalah sifatnya yang mudah rusak dan tumbuhnya kontaminan mikroba. Beberapa kasus kontaminasi mikroba pada bahan makanan segar seringkali menyebabkan efek yang serius terhadap kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengatasi hal tersebut. Misalnya dengan menyalutnya dengan senyawa antimikroba atau mengemasnya dengan kemasan yang sudah diberi senyawa antimikroba. Kebutuhan antimikroba alami misalnya dari minyak atsiri untuk menggantikan antimikroba sintetik seperti dari golongan sorbet dan benzoat saat ini mengalami peningkatan yang cukup tinggi⁴.

Antimikroba dapat disisipkan pada kemasan atau langsung diaplikasikan pada paprika. Menurut Moradi *et al.*⁵, ada dua tipe sistem pengemasan bahan makanan dengan antimikroba. Pertama yaitu kemasan yang mengandung senyawa antimikroba yang bermigrasi ke permukaan makanan, dan yang lainnya yaitu yang menawarkan efek antimikroba tanpa migrasi senyawa aktif ke dalam bahan makanan. Berkebalikan dengan teknologi pengemasan tradisional yang berfokus pada sistem *barrier* atau bekerja dengan menambahkan aditif kimia ke dalam matriks bahan makanan, pengemasan aktif

mengimplementasikan suatu sistem yang memfasilitasi pelepasan langsung atau reaksi langsung dari substansi antimikroba ke dalam permukaan bahan makanan.

Teknologi bahan penyalut merupakan salah satu pendekatan atau solusi untuk meningkatkan masa simpan dan keamanan mikrobiologis produk-produk segar. Bahan penyalut dapat berasal dari bahan baku yang mudah diperbaharui seperti campuran lipid, polisakarida, dan protein, yang berfungsi sebagai *carrier* (pembawa) berbagai macam ingridien seperti emulsifier, antimikroba dan antioksidan, sehingga berfungsi untuk meningkatkan mutu dan memperpanjang masa simpan buah-buahan dan sayuran segar terolah minimal^{6,7,8}.

Pada metode penambahan bahan penyalut, senyawa antimikroba dapat ditambahkan terlebih dahulu ke dalam formula bahan penyalut untuk melokalisasi pengaruh fungsionalnya pada permukaan makanan. Senyawa antimikroba tersebut akan dikeluarkan secara perlahan-lahan (*slow release*) ke permukaan bahan pangan, dan akan tersisa pada konsentrasi tinggi untuk periode waktu yang lama⁹. Aplikasi bahan penyalut dengan menggunakan bahan dasar polisakarida banyak digunakan pada buah dan sayur. Polisakarida bertindak sebagai membran permeabel yang selektif terhadap pertukaran gas CO₂ dan O₂, sehingga laju respirasi buah dan sayur menurun¹⁰. Bahan penyalut dari polisakarida (pati) menghasilkan sifat-sifat mekanis yang baik dan efisien⁶. Selain itu, film dari pati mempunyai permeabilitas oksigen rendah, tidak berwarna, tidak berasa, dan transparan¹¹.

Antimikroba perlu ditambahkan ke dalam formula bahan penyalut karena hal ini penting untuk menekan kontaminasi mikroba pada paprika selama penyimpanan. Antimikroba dapat diperoleh dari minyak atsiri (*essential oil*) seperti minyak bawang putih¹⁰ dan minyak sereh^{12,13}. Minyak sereh sering dipilih sebagai antimikroba karena minyak sereh merupakan pengawet alami dan bersifat GRAS (*Generally Recognized As Safe*)^{12,13}. Pengawet alami juga lebih dipilih konsumen karena anggapan bahwa semua yang berasal dari alam bersifat alami dan aman untuk dikonsumsi. Selain itu, sereh merupakan komoditi lokal yang mudah didapatkan dan belum banyak diaplikasikan sebagai antimikroba. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan bahan penyalut berbasis pati sagu dan antimikroba alami minyak sereh terhadap karakteristik paprika merah (*Capsicum annum* var. Athena) selama penyimpanan dingin. Hipotesis penelitian ini yaitu bahan penyalut berbasis pati sagu dan antimikroba alami minyak sereh mampu meningkatkan umur simpan paprika merah.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan yaitu sayuran buah paprika varietas Athena warna merah, pati sagu, akuades, *Carboxymethylcellulose* (CMC), gliserol, asam askorbat, minyak sereh, etanol 95% dan minyak biji bunga matahari (*sunflower oil*) komersial. Paprika diperoleh dari petani di daerah Bayongbong, Cipanas Kabupaten Cianjur dengan tingkat kematangan 75%, pati sagu dibeli dari pasar Bogor, minyak sereh disuling dari tanaman sereh (*lemongrass*) yang diperoleh dari petani sereh di Kampung Cibinong-Bogor serta bahan-bahan kimia lain untuk analisis.

Metode

Pembuatan Bahan Penyalut

Proses pembuatan bahan penyalut berbasis pati sagu dilakukan sebagai berikut : sebanyak 1 bagian pati sagu dicampur dengan 10 bagian akuades dan diaduk dengan *mixer* pada tingkat kecepatan 1 sampai homogen selama 10 menit, campuran kemudian disaring dengan kain saring. Suspensi pati dimasukkan ke dalam gelas piala 1000 ml dan dipanaskan di atas *hot plate* sambil diaduk dengan *hand mixer* dengan tingkat kecepatan 1 sampai mencapai suhu $\pm 65^{\circ}\text{C}$. CMC 1,0% ditambahkan sedikit demi sedikit sambil terus dipanaskan dan diaduk dengan *mixer* pada tingkat kecepatan 2 sampai homogen. Setelah itu ditambahkan gliserol (10%) sedikit demi sedikit sambil terus dipanaskan dan diaduk dengan *mixer* dengan tingkat kecepatan 1, sampai suspensi pati mengental (yang dicapai pada suhu $\pm 72^{\circ}\text{C}$ dalam waktu ± 10 menit), kemudian ditambah minyak biji bunga matahari sebanyak 0,025% sebagai *plastisizer*. Larutan kemudian didinginkan hingga suhu 30°C , selanjutnya dilakukan penambahan minyak sereh sebagai perlakuan (0,2 dan 0,4%), dan tanpa minyak sereh (kontrol) sebelum diaplikasikan pada paprika merah (modifikasi Miskiyah *et al.*⁸).

Pemberian Bahan Penyalut dan Penyimpanan

Paprika (25 kg) dicuci bersih, kemudian ditiriskan dan diberi perlakuan pelapisan bahan penyalut dengan cara pencelupan dalam formula bahan penyalut. Sebagai perlakuan, paprika dicelupkan dalam larutan bahan penyalut selama 3 dan 5 menit. Perbedaan perlakuan lama pencelupan dilakukan untuk melihat apakah dengan waktu yang lebih lama akan terjadi perbedaan penyerapan formula bahan penyalut. Selanjutnya paprika tersebut dikering-anginkan. Pengemasan dilakukan dengan meletakkan paprika ke dalam *box styrofoam* satu

per satu dan ditutup *plastic wrap*. Selanjutnya paprika disusun pada rak dan disimpan pada suhu 20°C dan 8°C .

Karakterisasi Sifat Fisik dan Analisis Mikrobiologi Paprika Merah

Karakterisasi dilakukan secara kualitatif (visual) dan kuantitatif. Secara kualitatif, analisis dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap mutu fisik paprika merah, sedangkan secara kuantitatif, analisis paprika merah yang dilakukan meliputi analisis mutu fisik dan mutu mikrobiologinya. Analisis sifat fisik paprika meliputi susut bobot (secara gravimetri), kekerasan (Rheometer Precision), dan warna (Chromameter Minolta CR-300), analisis kimia meliputi kadar air (AOAC¹⁴) dan analisis mikrobiologi meliputi total mikroba (BAM¹⁵) dilakukan seminggu sekali. Pengujian dilakukan hingga paprika mengalami kerusakan. Parameter kualitatif yang diamati meliputi kisut, adanya kapang, dan lepasnya tangkai pada buah paprika. Jika ditemukan salah satu dari parameter tersebut, sampel paprika merah dinyatakan rusak.

Analisis Statistik

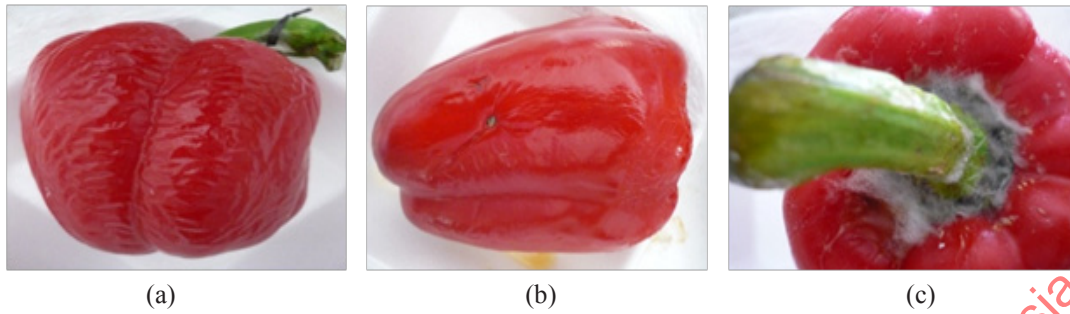
Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial yang terdiri atas dua faktor, yaitu konsentrasi minyak sereh sebagai antimikroba (0, 0,2 dan 0,4%), dan lama pencelupan (3 dan 5 menit). Percobaan dilakukan sebanyak 3 ulangan. Uji sidik ragam (ANOVA) diterapkan pada data yang diperoleh dan dilanjutkan dengan uji beda rata-rata (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan terhadap karakteristik fisikokimia paprika merah. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS 15.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Kualitatif Paprika Merah

Paprika mudah ditumbuhi kapang seperti *Alternaria alternata*¹⁶. *A. alternata* ini merupakan kapang pengganggu yang tidak hanya mengganggu tanaman paprika tetapi juga sejumlah besar varietas komoditi pascapanen lain. *Alternaria* bersifat sebagai agen pembusuk bahan pangan yang cukup berbahaya. Kandungan gula yang tinggi di dalam paprika diduga juga dapat memicu pertumbuhan kapang¹⁷.

Selain itu, *Aspergillus ochraceus*, *A. niger*, dan *A. carbonarius* merupakan kapang penghasil mikotoksin yang diisolasi dari paprika merah¹⁸. Pada penelitian ini, kerusakan paprika merah yang terjadi selama penyimpanan dingin disajikan pada Gambar 1. Pada paprika merah yang disalut dengan minyak sereh



Gambar 1. Kerusakan paprika merah karena permukaan kisut (a dan b) dan kapang (c)
 Figure 1. Decay of red bell pepper caused of wrinkle (a and b) and moldy surface (c)

0,2% dan disimpan pada suhu 20°C, kisut terjadi pada penyimpanan hari ke-12 sedangkan pada paprika yang disimpan pada suhu 8 °C, kapang mulai tumbuh pada penyimpanan hari ke-27. Pada paprika merah yang disalut minyak sereh 0,4% dan disimpan di suhu 20 °C, kisut terjadi setelah penyimpanan hari ke-14 sedangkan kapang mulai tumbuh pada penyimpanan pada suhu 8 °C pada penyimpanan hari ke-33. Kisut dan mulai tumbuhnya kapang terjadi pada semua paprika merah yang diteliti, pada waktu penyimpanan yang telah dijelaskan di atas.

Minyak sereh dapur (*lemongrass oil*) dilaporkan mengandung komponen antimikroba 1,8 sineol, geraniol serta sitral¹². Beberapa penelitian melaporkan aktivitas antimikroba minyak sereh bahkan terhadap kapang penyebab penyakit pada manusia¹⁹. Dalam penelitian ini, minyak sereh disuling sendiri dan dicoba ditambahkan sebagai formula yang diharapkan selain dapat meningkatkan umur simpan paprika, juga dapat meningkatkan kemampuannya dalam menghambat serangan mikroorganisme selama penyimpanan.

Mutu Kuantitatif Paprika Merah
Kadar Air Paprika Merah

Tabel 1 memperlihatkan kadar air paprika merah pada suhu penyimpanan 20 °C pada hari ke-7. Pada hari

Tabel 1. Kadar air paprika merah pada suhu penyimpanan 20° C pada hari ke-7
 Table 1. Moisture content of red-bell pepper at storage temperature of 20°C on day 7

Konsentrasi antimikroba minyak sereh dalam formula bahan penyalut / <i>Conc. of lemongrass oil as antimicrobial agent (%)</i>	Waktu pencelupan (menit) / <i>Dipping time (minute)</i>	Kadar air paprika merah pada suhu penyimpanan 20°C pada hari ke-7 / <i>Moisture content (%) of red-bell pepper at storage temperature of 20°C</i>
0,0	3	91,42 ^{ab}
	5	91,59 ^{ab}
0,2	3	91,87 ^{ab}
	5	91,60 ^{ab}
0,4	3	90,23 ^a
	5	92,41 ^b

Keterangan/ *Remarks* : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5% *Mean the following by letters in the same coloumn showed not significantly at 5% DMRT's test*

ke-7, waktu pencelupan dan konsentrasi antimikroba minyak sereh tidak memberikan pengaruh yang cukup nyata terhadap nilai kadar air, terbukti kisaran kadar air cukup seragam yaitu antara 90,23-92,41%. Setelah memasuki hari ke-14, paprika merah mulai rusak yang ditandai dengan mulai kisut dan tumbuhnya kapang pada permukaan paprika merah.

Setelah hari ke-14 sampai dengan hari ke-28 penyimpanan, peningkatan konsentrasi antimikroba sampai dengan 0,4% tidak mempengaruhi secara nyata kadar air bahkan kecenderungannya tetap selama penyimpanan. Pada paprika merah yang disimpan pada suhu lebih rendah, yaitu 8°C, interaksi perlakuan jenis pelapisan (*coating*) dengan waktu pencelupan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air paprika merah selama penyimpanan sampai 28 hari. Secara umum, paprika merah yang disimpan pada suhu 20°C baru mengalami kerusakan pada hari ke-14, dan yang disimpan di suhu 8°C baru mengalami kerusakan setelah hari ke-14 penyimpanan (Tabel 2). Suhu penyimpanan 8°C dapat lebih memperpanjang masa simpan paprika.

Susut Bobot Paprika Merah

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pada suhu 20°C, semakin lama waktu penyimpanan, susut

Aplikasi Bahan Penyalut Berbasis Pati Sagu dan Antimikroba Minyak Sereh Untuk Meningkatkan Umur Simpan Paprika (*Capsicum Annum* Var. Athena) Merah (Widaningrum, et al)

Tabel 2. Kadar air paprika merah pada suhu penyimpanan 8°C pada hari ke-14

Table 2. Moisture content of red-bell pepper at storage temperature of 8°C on Day 14

Konsentrasi antimikroba minyak sereh dalam formula bahan penyalut / <i>Conc. of lemongrass oil as antimicrobial agent (%)</i>	Waktu pencelupan (menit) / <i>Dipping time (minute)</i>	Kadar air paprika merah pada suhu penyimpanan 8°C (%) pada hari ke-14/ <i>Moisture content (%) of red-bell pepper on 8°C storage temperature (%) on 14th day storage</i>
0,0	3	91,42 ^a
	5	91,29 ^a
0,2	3	91,44 ^a
	5	91,41 ^a
0,4	3	91,17 ^a
	5	91,43 ^a

Keterangan/ *Remarks* : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5% *Mean the following by letters in the same coloumn showed not significantly at 5% DMRT's test*

bobot paprika merah semakin besar. Pada hari ke-7 penyimpanan, pemberian antimikroba minyak sereh dengan waktu pencelupan selama 3 menit menghasilkan penurunan susut bobot yang nyata pada taraf konsentrasi minyak sereh 0,4% (6,37%), disusul 0,2% (6,90%) dibanding tanpa pemberian antimikroba minyak sereh (7,85%). Sedangkan pencelupan selama 5 menit menghasilkan perubahan susut bobot yang nyata (peningkatan atau penurunan, nilainya sedikit fluktuatif) pada taraf konsentrasi antimikroba minyak sereh 0,4% (6,66%), disusul 0,2% (6,51%) dari susut bobot tanpa penambahan antimikroba (6,58%).

Susut bobot pada paprika merah terlihat tinggi pada penyimpanan suhu 20°C. Kemungkinan susut bobot ini berkaitan dengan terjadinya transmisi uap air dari paprika keluar. Menurut Escamilla-Garcia *et al.*²⁰ faktor utama yang menyebabkan tingginya laju penguapan uap air yaitu bahwa komponen hidrofilik lebih tinggi kandungannya daripada komponen hidrofobik. Permeabilitas uap air dalam *edible film* menurun jika

komponen hidrofobik meningkat. Dengan adanya penambahan senyawa hidrofobik ke dalam larutan *edible film*, sifat hidrofobik akan meningkat dan sifat hidrofilik akan menurun. Kerusakan mikrobiologis menyebabkan massa paprika berjatuh dan hilang. Hal ini sejalan dengan penelitian Maalekuu *et al.*²¹ yang melaporkan bahwa kerusakan yang utama terjadi pada paprika yaitu kehilangan air (susut bobot). Tsegay *et al.*²² melaporkan bahwa susut bobot paprika meningkat lebih tinggi pada paprika yang dipanen pada tingkat ketuaan yang lebih muda dibandingkan paprika yang dipanen pada tingkat ketuaan yang lebih tinggi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh masih rapuhnya lapisan lilin dan kutikula pada permukaan paprika sehingga memungkinkan permeabilitas sel membrane masih berubah-ubah dan menyebabkannya sensitif terhadap kehilangan kadar air.

Berbeda halnya dengan paprika merah yang disimpan pada suhu 8°C, susut bobotnya jauh lebih kecil. Sampai dengan penyimpanan hari ke-7, susut bobot tertinggi hanya mencapai 2,25%. Kombinasi perlakuan

Tabel 3. Susut bobot paprika merah pada suhu penyimpanan 20°C dan 8°C

Table 3. Weight loss of red-bell pepper at storage temperature of 20°C and 8°C

Konsentrasi antimikroba minyak sereh dalam formula bahan penyalut / <i>Conc. of lemongrass oil as antimicrobial agent (%)</i>	Waktu pencelupan (menit) / <i>Dipping time (minute)</i>	Susut bobot paprika merah (%) / <i>Weight loss (%) of red-bell pepper</i>			
		Penyimpanan pada suhu 20°C / <i>Stored at 20°C</i>		Penyimpanan pada suhu 8°C / <i>Stored at 8°C</i>	
		Hari ke-1 / <i>Day 1</i>	Hari ke-7 / <i>Day 7</i>	Hari ke-1 / <i>Day 1</i>	Hari ke-7 / <i>Day 7</i>
0,0	3	1,40 ^a	7,85 ^a	0,48 ^a	2,14 ^a
	5	1,32 ^a	6,58 ^a	0,44 ^a	2,21 ^a
0,2	3	1,27 ^a	6,90 ^a	1,19 ^a	1,78 ^a
	5	1,16 ^a	6,51 ^a	0,35 ^a	2,25 ^a
0,4	3	1,19 ^a	6,37 ^a	0,40 ^a	1,99 ^a
	5	0,38 ^b	6,66 ^a	0,39 ^a	2,04 ^a

Keterangan/ *Remarks* : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5% *Mean the following by letters in the same coloumn showed not significantly at 5% DMRT's test*

konsentrasi antimikroba dan waktu pencelupan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap susut bobot paprika pada penyimpanan suhu 8° C.

Respirasi yang terjadi pada buah-buahan dan sayuran merupakan proses biologis untuk menghasilkan energi dari proses pembakaran bahan-bahan organik dan penyerapan oksigen²³. Hasil dari proses biologis tersebut adalah keluarnya sisa-sisa pembakaran berupa gas dan air. Air, gas dan energi yang dihasilkan pada proses respirasi akan mengalami penguapan sehingga sayuran buah paprika akan mengalami penyusutan bobot.

Paprika merah biasanya menghadapi beberapa masalah pascapanen, di antaranya adalah penurunan mutu, kerusakan karena dingin (*chilling injury*) ketika disimpan di bawah suhu 7°C dan pengkerutan yang berhubungan dengan susut bobot²⁴. Hal ini merekomendasikan penelitian sebelumnya untuk menerapkan suhu di atas 7.5°C sebagai suhu yang tepat untuk menyimpan paprika yang matang untuk mengurangi resiko terjadinya *chilling injury*²⁵. Dalam penelitian ini, secara umum, paprika merah yang disimpan di suhu 20°C baru mengalami kerusakan pada hari ke-14, dan yang disimpan di suhu 8°C baru mengalami kerusakan setelah hari ke-14 penyimpanan.

Rata-rata susut bobot paprika merah yang disimpan pada suhu 20°C hingga hari ke-7 penyimpanan yaitu antara 6,37-7,85% sedangkan rata-rata susut bobot paprika merah yang disimpan pada suhu 8°C adalah 1,78-2,25%. Hal ini mengindikasikan bahwa penyimpanan di suhu 8°C lebih efektif dalam mempertahankan bobot paprika merah. Pada suhu yang lebih tinggi penguapan air terjadi lebih banyak, sehingga susut bobot paprika merah lebih tinggi.

Kekerasan Paprika Merah

Interaksi antara jenis pelapisan (*coating*) yaitu *coating* tanpa penambahan minyak sereh dan *coating* dengan penambahan minyak sereh sebagai antimikroba pada dua konsentrasi (0,2 dan 0,4%) dengan waktu pencelupan dalam formula bahan penyalut (3 dan 5 menit) tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kekerasan paprika merah selama penyimpanan sampai 7 hari penyimpanan pada suhu 20°C. Hasil pengamatan yang sama diperoleh pada paprika merah yang disimpan pada suhu lebih rendah, yaitu suhu 8°C. Pada suhu tersebut, interaksi antara jenis pelapisan (*coating*) dengan waktu pencelupan tidak berpengaruh nyata terhadap kekerasan paprika merah selama penyimpanan sampai 7 hari pada suhu 8°C (Tabel 4).

Nilai angka kekerasan paprika yang dilapisi dengan penambahan minyak sereh pada penyimpanan suhu 8°C lebih rendah daripada yang disimpan di suhu 20°C, yang berarti teksturnya lebih keras. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kelembaban rendah di suhu rendah menyebabkan penguapan air menjadi terhambat sehingga tekstur paprika tetap keras.

Secara umum, pada semua perlakuan konsentrasi minyak sereh yang diteliti (0,2% dan 0,4%) serta lama pencelupan pada larutan formula bahan penyalut terpilih (3 dan 5 menit), nilai kekerasan paprika merah mengalami peningkatan (yang berarti tekstur makin hari makin lunak). Untuk keseluruhan perlakuan, paprika merah yang disimpan pada suhu 20°C memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi (tekstur lebih lunak) daripada paprika merah yang disimpan pada suhu 8°C. Pada suhu 20°C penyimpanan hari ke-7, nilai kekerasan terendah (tekstur makin keras) adalah 130,83 mm/50g.10s

Tabel 4. Kekerasan paprika merah pada suhu penyimpanan 20 °C dan 8 °C
Table 4. Hardness of red-bell pepper at storage temperature of 20 °C and 8 °C

Konsentrasi antimikroba minyak sereh dalam formula bahan penyalut / Conc. of lemongrass oil as antimicrobial agent (%)	Waktu pencelupan (menit) / Dipping time (minute)	Kekerasan paprika merah pada suhu penyimpanan 20 °C dan 8 °C (mm/50g/s) / Hardness of red-bell pepper at storage temperature of 20°C and 8 °C (mm/50g/s)			
		Penyimpanan pada suhu 20 °C / Stored at 20 °C		Penyimpanan pada suhu 8 °C / Stored at 8 °C	
		Hari ke-1 / Day 1	Hari ke - 7 / Day 7	Hari ke-1 / Day 1	Hari ke-7 / Day 7
0,0	3	103,11 ^a	130,83 ^a	94,70 ^a	106,61 ^a
	5	95,50 ^a	118,72 ^a	97,55 ^a	103,94 ^a
0,2	3	98,67 ^a	110,06 ^a	99,22 ^a	109,81 ^a
	5	99,42 ^a	113,83 ^a	100,89 ^a	102,22 ^a
0,4	3	104,53 ^a	114,83 ^a	95,25 ^a	105,33 ^a
	5	103,08 ^b	111,17 ^a	105,33 ^a	101,39 ^a

Keterangan/ Remarks : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5% Mean the following by letters in the same coloumn showed not significantly at 5% DMRT's test

sedangkan pada suhu 8°C penyimpanan hari ke-7, nilai kekerasan terendah (tekstur makin keras) adalah 101,39 mm/50g.10s. Paprika merah dapat disimpan pada kedua suhu tersebut karena baik pada suhu 20°C maupun pada suhu 8°C dapat mempertahankan kekerasan paprika merah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Rojas Grau *et al.*²⁶ dimana sampel apel fuji yang dilapisi dengan alginat-puree apel mengandung 0,3% dan 0,6% vanillin, 0,1% oregano dan tanpa minyak esensial, dapat mempertahankan kekerasan selama periode penyimpanan dingin. Pada penelitian sebelumnya, telah dilaporkan bahwa penggunaan penyalut alginat 2% dapat mempertahankan kekerasan apel fuji.

Warna Paprika Merah

Interaksi antara jenis pelapisan (*coating*) dengan waktu pencelupan dalam formula bahan penyalut tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap warna paprika merah selama penyimpanan sampai 7 hari pada suhu 20°C. Hasil pengamatan yang sama diperoleh pada paprika merah yang disimpan pada suhu lebih rendah yaitu 8°C. Interaksi antara jenis pelapisan (*coating*) dengan waktu pencelupan dalam formula bahan penyalut (3 & 5 menit) tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap warna paprika merah selama penyimpanan sampai 28 hari pada suhu 8°C (Tabel 5).

Nilai *hue* paprika dapat digunakan sebagai indikator kematangan paprika. Nilai warna *hue* paprika cenderung menurun seiring lamanya penyimpanan. Pada penyimpanan suhu 20°C, pada hari ke-1, nilai *hue* paprika merah sekitar 33,96-37,59. Pada hari ke-7 penyimpanan, nilai *hue* paprika merah menurun menjadi 33,08-35,56. Hal ini menunjukkan warna paprika semakin merah. Semakin merah warna paprika disebabkan terjadinya

proses pematangan buah. Saat proses pematangan buah, klorofil akan terdegradasi dan karotenoid akan semakin meningkat. Terdegradasinya klorofil akan memperkuat intensitas karotenoid sehingga semakin kuat intensitas warna merah²⁷. Penurunan warna paprika yang dilapisi tidak berbeda nyata dengan paprika yang tidak dilapisi. *Coating* seharusnya mampu menghambat pematangan buah karena dengan adanya *coating* akan membentuk lapisan tipis pada permukaan dan stomata buah yang berfungsi sebagai lapisan pelindung. Lapisan inilah yang berperan dalam menurunkan laju respirasi dan transpirasi buah yang selanjutnya menghambat pematangan buah. Hal ini menunjukkan *coating* pada penelitian ini kurang efektif dalam menghambat penurunan warna paprika.

Untuk keseluruhan sampel, nilai *hue* paprika merah yang disimpan di suhu 8°C menunjukkan kecenderungan yang lebih tinggi (34,93-37,89 pada penyimpanan hari ke-7) dari paprika merah yang disimpan di suhu 20°C (Tabel 5). Ini berarti bahwa pada penyimpanan suhu 8°C warna merah pada paprika lebih dapat dipertahankan. Suhu rendah mampu menghambat pematangan buah. Suhu rendah mampu menghambat produksi dan laju etilen, dimana etilen berperan sebagai hormon dalam proses pematangan buah¹⁷.

Hasil ini berbeda dengan penelitian Rojas-Grau *et al.*²⁶ yang melakukan pelapisan pada apel potong, penggunaan antimikroba pada formula bahan penyalut dengan penambahan 1.0% b/b minyak sereh dan 0.6% b/b vanillin ternyata berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap parameter warna L^* , a^* , b^* dan h^* pada produk apel fuji potong. Pada hari ke-7 penyimpanan, nilai kecerahan (L^*) cenderung menurun pada semua sampel apel yang dilapisi, kecuali pada apel yang dilapisi dengan 1.0% b/b minyak sereh dan 0.6% b/b vanillin, dimana nilai kecerahan (L^*) tetap stabil selama 2 minggu pertama penyimpanan. Warna apel potong yang tidak dilapisi

Tabel 5. Warna paprika merah (*Hue*) pada suhu penyimpanan 20 °C dan 8 °C

Table 5. Color of red-bell pepper at storage temperature of 20°C and 8 °C

Konsentrasi antimikroba minyak sereh dalam formula bahan penyalut / <i>Conc. of lemongrass oil as antimicrobial agent (%)</i>	Waktu pencelupan (menit) / <i>Dipping time (minute)</i>	Nilai Hue paprika merah pada suhu penyimpanan 20 °C dan 8 °C / <i>Hue value of red-bell pepper at storage temperature of 20°C and 8 °C</i>			
		Penyimpanan pada suhu 20 °C / <i>Stored at 20 °C</i>		Penyimpanan pada suhu 8 °C / <i>Stored at 8 °C</i>	
		Hari ke-1/ <i>Day 1</i>	Hari ke-7/ <i>Day 7</i>	Hari ke-1/ <i>Day 1</i>	Hari ke-7/ <i>Day 7</i>
0,0	3	34,17 ^a	34,32 ^a	37,05 ^a	37,89 ^a
	5	35,69 ^a	34,28 ^a	35,21 ^a	36,78 ^a
0,2	3	37,59 ^a	35,56 ^a	38,88 ^a	37,15 ^a
	5	35,04 ^a	33,76 ^a	34,62 ^a	34,93 ^a
0,4	3	36,53 ^a	33,08 ^a	37,99 ^a	35,43 ^a
	5	33,96 ^b	33,27 ^a	37,54 ^a	36,31 ^a

Keterangan/ *Remarks* : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5% *Mean the following by letters in the same coloumn showed not significantly at 5% DMRT's test*

bahan penyalut berubah menjadi gelap dengan cepat selama penyimpanan.

Total Mikroba Paprika Merah

Minyak atsiri telah lama diketahui berperan sebagai antimikroba dalam pengawetan berbagai produk hasil olahan pertanian. Telah banyak penelitian yang melaporkan hal tersebut. Formula bahan penyalut dari minyak sereh (0,1% sampai 0,4%) dan gliserol (20%) mampu memberikan zona hambat yang lebih luas pada pertumbuhan *E. coli* 0157:H78. Penelitian Seydim & Sarikus²⁸ juga melaporkan bahwa film dengan bahan isolate *whey* protein yang ditambah dengan minyak oregano, rosemary dan bawang putih masing-masing dengan rasio 1,0-4,0% mampu memberikan zona hambat pada pertumbuhan beberapa bakteri patogen. Film dengan 2% minyak oregano merupakan formula terbaik dalam menghambat bakteri patogen *E. coli* 0157:H7 (ATCC 35218), *S. aureus* (ATCC 43300), *S. enteritidis* (ATCC 13076), *L. monocytogenes* (NCTC 2167), dan *L. plantarum* (DSM 20174).

Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa pada penyimpanan suhu 20°C hari ke-1 sampai hari ke-7, pemberian antimikroba minyak sereh pada dua konsentrasi (0,2 dan 0,4%) dengan perbedaan waktu pencelupan (3 dan 5 menit) tidak berpengaruh nyata terhadap total mikroba paprika merah. Pada penyimpanan hari ke-7, terjadi penurunan total mikroba dari 9,82-9,78 log CFU/g (pada perlakuan tanpa pencelupan dengan antimikroba minyak sereh) menjadi 8,54-8,96 log CFU/g pada perlakuan pencelupan dalam antimikroba minyak sereh 0,4%. Namun demikian, pengaruhnya tidak signifikan. Pengaruhnya mulai tampak pada hari ke-14. Pemberian antimikroba 0,4% menurunkan jumlah

total mikroba yang nyata dari 12,25 log CFU/g (tanpa antimikroba minyak sereh) menjadi 10,44 log CFU/g. Namun demikian, jumlah total mikroba 10 log CFU/g sudah terlalu tinggi untuk dinyatakan aman karena pada jumlah ini sudah mulai terjadi tanda-tanda pembusukan. Setelah melewati hari ke-14, paprika merah yang disimpan pada suhu 20°C ini mulai menunjukkan tanda-tanda kerusakan sehingga tidak dapat lagi diamati karena sampel sudah rusak.

Pada penyimpanan suhu yang lebih rendah (8°C), pengamatan yang dilakukan sampai hari ke-14 penyimpanan menunjukkan bahwa pemberian antimikroba yang dikombinasikan dengan lama pencelupan tidak berpengaruh nyata terhadap total mikroba paprika merah (Tabel 7). Artinya pada kombinasi 0,2 dan 0,4% konsentrasi antimikroba dengan waktu pencelupan 3 dan 5 menit tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah total mikroba. Akan tetapi, perlakuan tersebut baru terlihat pengaruhnya setelah paprika merah disimpan selama 21 hari. Konsentrasi antimikroba 0,2 dan 0,4% (baik dengan waktu pencelupan 3 menit maupun 5 menit) mampu menekan pertumbuhan mikroba hingga hanya mencapai jumlah 11,05-11,96 log CFU/g bila dibandingkan dengan tanpa pemberian antimikroba dimana jumlah total mikroba masih berada pada kisaran 12,13-12,14 log CFU/g. Namun demikian, jumlah total mikroba di atas log 8 CFU/g tidak dapat dinyatakan aman, karena pada jumlah tersebut sudah mulai terlihat tanda-tanda paprika merah mengalami kebusukan dan kerusakan.

Suhu rendah (8°C) merupakan suhu yang lebih baik untuk penyimpanan paprika merah terbukti jumlah total mikroba pada hari ke-7 masih ada dalam rentang log 8,31-9,48 CFU/g (Tabel 7). Berbeda dengan yang disimpan

Tabel 6. Total mikroba paprika merah pada suhu penyimpanan 20° C

Table 6. Total plate count of red-bell pepper at 20° C storage temperature

Konsentrasi antimikroba minyak sereh dalam formula bahan penyalut / <i>Conc. of lemongrass oil as antimicrobial agent (%)</i>	Waktu pencelupan (menit) / <i>Dipping time (minute)</i>	Total mikroba (Log CFU/g) paprika merah pada suhu penyimpanan 20°C / <i>Total plate count (log cfu/g) of red-bell pepper at storage temperature of 20°C</i>		
		Hari ke-1 / <i>Day 1</i>	Hari ke-7 / <i>Day 7</i>	Hari ke-14 / <i>Day 14</i>
0,0	3	7,80 ^a	9,78 ^a	12,25 ^a
	5	7,55 ^a	9,82 ^a	12,30 ^a
0,2	3	8,20 ^a	9,36 ^a	12,19 ^a
	5	6,78 ^a	9,32 ^a	10,60 ^b
0,4	3	7,54 ^a	8,54 ^a	10,46 ^b
	5	6,90 ^a	8,96 ^a	10,44 ^b

Keterangan/ *Remarks* : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5% *Mean the following by letters in the same coloumn showed not significantly at 5% DMRT's test*

Tabel 7. Total mikroba paprika merah pada suhu penyimpanan 8°C

Table 7. Total plate count of red-bell pepper at storage temperature of 8°C

Konsentrasi antimikroba minyak sereh dalam formula bahan penyalut / <i>Conc. of lemongrass oil as antimicrobial agent (%)</i>	Waktu pencelupan (menit) / <i>Dipping time (minute)</i>	Total mikroba (Log CFU/g) paprika merah pada suhu penyimpanan 8°C			
		<i>Total plate count (log cfu/g) of red-bell pepper at storage temperature of 8°C</i>			
		Hari ke-1 Day 1	Hari ke-7 Day 7	Hari ke-14 Day 14	Hari ke-21 Day 21
0,0	3	7,36 ^a	9,48 ^a	10,53 ^a	12,14 ^a
	5	8,32 ^a	9,37 ^a	10,40 ^a	12,13 ^a
0,2	3	8,22 ^a	9,01 ^a	10,11 ^a	11,90 ^{ab}
	5	7,90 ^a	8,30 ^a	10,48 ^a	11,05 ^b
0,4	3	7,49 ^a	8,37 ^a	9,90 ^a	11,96 ^b
	5	7,12 ^a	8,31 ^a	10,43 ^a	11,82 ^b

Keterangan/ *Remarks* : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5% *Mean the following by letters in the same coloumn showed not significantly at 5% DMRT's test*

pada suhu 20°C, dimana pada hari penyimpanan ke-21 jumlah total mikroba telah mencapai log 11,05-12,14 CFU/g (Tabel 6).

Pada penelitian ini, minyak sereh digunakan sebagai antimikroba dalam formula bahan penyalut. Suhu 8°C dengan konsentrasi antimikroba minyak sereh 0,2% dengan lama pencelupan 5 menit efisien untuk diterapkan dalam penyimpanan paprika merah. Hal lain yang menunjang kesimpulan ini ialah bahwa pada penyimpanan suhu 20°C, kerusakan paprika merah terjadi karena paprika merah mengalami kisut (*chilling injury*) dan bukan karena kapang, sehingga peran minyak sereh sebagai antimikroba tidak terlalu berperan. Pada penyimpanan suhu 8°C, kerusakan paprika merah diakibatkan oleh tumbuhnya kapang sehingga antimikroba minyak sereh efektif digunakan pada penyimpanan suhu ini.

KESIMPULAN

Konsentrasi bahan aktif berpengaruh terhadap parameter susut bobot dan total mikroba pada penyimpanan paprika merah. Lama umur simpan paprika merah lebih dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan dimana suhu rendah (8°C) bisa mempertahankan umur simpan hingga lebih dari 14 hari dibanding suhu 20°C yang hanya maksimal 7 hari. Kerusakan paprika yang disimpan pada suhu yang lebih tinggi (20°C) ditandai dengan permukaan yang kisut, bukan karena kapang. Oleh karena itu, pada suhu 20°C minyak sereh sebagai antimikroba tidak terlalu berperan. Perlakuan terbaik adalah perlakuan paprika merah dengan pencelupan dalam formula bahan penyalut yang ditambah minyak sereh dengan konsentrasi 0,2% pada suhu penyimpanan 8°C dan dilakukan pencelupan selama 5 menit. Pada

perlakuan tersebut, paprika merah mampu meningkat masa simpannya sampai maksimal 7 hari dengan jumlah total mikroba yang relatif masih dapat diterima (rata-rata log 8 CFU/g) dan kondisi yang cukup segar.

DAFTAR PUSTAKA

1. AESBI. [Internet]. 2013. [Diunduh 23 Desember 2015]. Tersedia di: www.bandung.bisnis.com/read/20130828/5/421228/ekspor-paprika.
2. Diperta.jabarprov.go.id. [Diunduh 23 Desember 2015]. Tersedia di: www.diperta.jabarprov.go.id/index.php/subMenu/924.
3. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2015. OUTLOOK Komoditas pertanian subsektor hortikultura. CABAI. Bab IV. Keragaan cabai dan paprika hijau. ASEAN dan DUNIA. Hal 25-37.
4. Salvia-Trujillo, Rojas-Grau MA, Soliva-Fortuny R., Martin-Belloso O. Effect of processing parameters on physicochemical characteristics of mikrofluidized lemongrass oil-alginate nanoemulsions. *Food Hydrocolloids*. 2013; 30: 401-407.
5. Moradi M, Tajik H, Rohani SMR, Mahmoudian A. Antioxidant and antimicrobial effects of zein edible film impregnated with *Zataria multiflora* Boiss. Essential oil and monolaurin. *LWT – Food Science and Technology*. 2016; 72 : 37-43.
6. Tapia MS, Rojas-Grau MA, Rodriguez EJ, Ramirez J, Carmona A, Martin-Belloso O. Alginate and gellan based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. *J. Food Science*. 2007; 72(4):E190-E196.
7. Winarti C, Miskiyah, Widaningrum. Teknologi produksi dan aplikasi pengemas edible antimikroba berbasis pati. *J. Litbang Pertanian*. 2012; 31(2):85-93.

8. Miskiyah, Widaningrum, Winarti C. *Edible coating* berbasis pati sagu dan vitamin C untuk meningkatkan daya simpan paprika merah (*Capsicum annuum* var. Athena). *J. Pascapanen Pertanian*. 2011; 8(1): 39-46.
9. Chang Y, McLandsborough L, McClements DJ. Physical properties and antimicrobial efficacy of thyme oil nanoemulsions; influence of ripening inhibitors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012; 60:12056-12063.
10. Lin D, Zhao Y. Innovations in the development and application of edible coating for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2007; 6:60-68.
11. Pranoto Y, Salokhe VM, Rakshit SK. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. *Food Research International*. 2005; 38: 267-272.
12. Maizura MA, Fazilah, Norziah MH, Karim AA. Antibacterial activity and mechanical properties of partially hydrolyzed sago starch-alginate edible film containing lemongrass oil. *J Food Science*. 2007; 72 (6): c324-c330.
13. Tzortzakis NG, Economakis CD. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. *Innovative Food Science and emerging Technologies*. 2007; 8 : 253-258.
14. [AOAC] [Internet]. Association of Official Analytical Chemistry. 2005. Official Methods of Analysis. Washington DC: AOAC. [Diunduh 26 Desember 2011]. Tersedia di: <http://www.aoac.org/vmeth/page1.htm>
15. [BAM] [Internet]. Bacteriological Analytical Manual. 2001. Bacteriological Analytical Manual Chapter 3: Aerobic Plate Count. U.S. Food and Drug Administration. [Diunduh tanggal 8 Februari 2011]. Tersedia di <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>.
16. Troncoso R, Espinoza C, Sanchez-Estrada A, Tiznado ME, S Garcia H. Analysis of the isothiocyanates present in cabbage leaves extract and their potential application to control *Alternaria* rot in bell peppers. *Food Research International*. 2005; 38: 701-708.
17. Tano K, Neryy RK, Koussemon M, Oule MK. The effect of different storage temperatures on the quality of fresh bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *Agricultural Journal*. 2008; 3(2):157-162.
18. Almela L, Rave B, Sanchez B, Torella F, Lopez-Perez JP, Gabaldon JA, Guardiola L. Ochratoxin in red bell pepper: relationship with the origin of the raw material. *Food Microbiology*. 2007; 24(4): 319-327.
19. Lee KT. Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Science*. 2010; 86: 138-150.
20. Escamilla-Garcia M, Calderon-Dominguez G, Chanona-Perez JJ, Farrera-Rebollo RR, Andraca-Adame JA, Arzate-Vasquez, Mendez-Mendez JV, Moreno-Ruiz LA. Physical and structural characterization of zein and chitosan edible films using nanotechnology tools. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2013; 61:196-203.
21. Maalekuu K, Elkind Y, Leikin-Frenkel A, Lurie S, Fallik E. The relationship between water loss, lipid content, membrane integrity and LOX activity in ripe pepper fruit after storage. *J. Postharvest Biol Technol*. 2006; 42: 248-255.
22. Tsegay D, Testaye B, Mohammed A, Yirga H, Bayleyegn A. Effects of harvesting stage and storage duration on postharvest quality and shelf life of sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties under passive refrigeration system. *International Journal for Biotechnology and Molecular Biology Research*. 2013; 4 (7):98-104.
23. Chien PJ, Sheu F, Yang FH. Effect of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering*. 2007; 78: 225-229.
24. Xing Y, Li X, Xu Q, Yun J, Lu Y, Tang, Y. Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*. 2011; 124:1443-1450.
25. Smith DL, Stommel JR, Fung RWM, Wang CY, Whitaker BD. Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 2006; 40:1669-1675.
26. Rojas-Grau MA, Raybaudi-Massilia RM, Soliva-Fortuny RC, Avena-Bustillos RJ, McHugh TH, Martin-Belloso O. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*. 2007; 45:254-264.
27. Raffo A, Baiamonte I, Nardo N, Paoletti F. Internal quality and antioxidants content of cold-stored red sweet peppers as affected by polyethylene bag packaging and hot water treatment. *Eur. Food Res. Technology*. 2007; 225:395-405.
28. Seydim AC, Sarikus G. Antimicrobial activity of whey protein-based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oil. *J. Food Res Int*. 2006; 39:639-644.