

PENGARUH *EDIBLE COATING* TERHADAP KAPASITAS AIR TERIKAT SEKUNDER DAN TERSIER MANISAN TOMAT CHERRY SELAMA PENYIMPANAN

EFFECT OF EDIBLE COATING ON THE SECONDARY AND TERTIARY BOUND WATER CAPACITY OF CANDIED CHERRY TOMATOES DURING STORAGE

Priska Wisudawaty^{1)*}, Indah Yuliasih²⁾, dan Liesbetini Haditjaroko²⁾

¹⁾Halal LPPOM MUI DKI Jakarta
Jl. Tebet Timur Dalam Raya No. 31B, Tebet, Jakarta Selatan, 12820
E-mail: priskawisudawaty@yahoo.com

²⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Makalah: Diterima 15 Mei 2016; Diperbaiki 8 Oktober 2016; Disetujui 20 Oktober 2016

ABSTRACT

The use of an antimicrobial edible coating is a technique that can be developed and applied to keep the quality and extend the shelf life of products, such as candied cherry tomato. This study purposed to get processing technology candied cherry tomatoes, to formulate edible coating with cinnamon oil as an antimicrobial, and to analyse the effect of edible coating to changes in the quality of candied cherry tomatoes during the storage process. The stages of this research were the production process of candied cherry tomatoes, which consisted of determining treatment cherry tomatoes as a whole and sliced cross, a combination of sugar concentration and immersion time in a sugar solution, and determination of drying time candied cherry tomatoes. The next steps were manufacturing and characterization of antimicrobial edible coating, and then application of antimicrobial edible coating during 12 weeks of storage. Based on the results, the best treatment processing of candied cherry tomatoes was a cherry tomato with an intact form and had 40-55-70% graded sugar concentration during 12 hours immersion time, and at 33 hours drying time. Moreover, resulted from edible coating formula was tapioca starch, CMC, glycerol, stearic acid and cinnamon oil with percentages of 3.0%, 0.4%, 5.0%, 0.5%, and 0.6%, respectively. During storage, lowest secondary and tertiary bound water capacity on candied cherry tomatoes with an antimicrobial edible coating that was M_s of 25.32%, a_{ws} of 0.58 and M_t of 42.11%. Likewise, the lowest rate of microbial growth was from candied cherry tomatoes with an antimicrobial edible coating.

Keywords: antimicrobial, bound water capacity, candied cherry tomato, cinnamon oil, edible coating

ABSTRAK

Penggunaan *edible coating* antimikroba merupakan salah satu teknik yang dapat dikembangkan dan diaplikasikan untuk menjaga mutu dan memperpanjang umur simpan produk, seperti manisan tomat cherry. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknologi proses pengolahan manisan tomat cherry, mendapatkan formula *edible coating* minyak kayu manis sebagai antimikroba, dan menganalisis pengaruh *edible coating* terhadap perubahan mutu manisan tomat cherry selama penyimpanan. Tahapan dalam penelitian ini adalah proses pengolahan manisan tomat cherry yang terdiri dari penentuan penanganan bentuk tomat cherry secara utuh dan dikerat silang, kombinasi konsentrasi gula dan lama perendaman dalam larutan gula, serta penentuan lama pengeringan manisan tomat cherry. Selanjutnya, pembuatan dan karakterisasi *edible coating* antimikroba, serta aplikasinya pada manisan tomat cherry selama 12 minggu penyimpanan. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan terbaik dalam proses pengolahan manisan tomat cherry adalah bentuk tomat cherry utuh, kombinasi konsentrasi gula bertingkat 40-55-70% dan lama waktu perendaman 12 jam, serta lama waktu pengeringan 33 jam. Formula *edible coating* yang dihasilkan adalah tapioka, CMC, gliserol, asam stearat dan minyak kayu manis dengan presentase secara berturut-turut yaitu 3; 0,4; 5; 0,5; dan 0,6%. Selama penyimpanan, kapasitas air terikat sekunder dan tersier yang terendah pada manisan tomat cherry dengan *edible coating* antimikroba yakni M_s 25,32%, a_{ws} 0,58 dan M_t 42,11%. Demikian juga laju pertumbuhan mikroba terendah yaitu pada manisan tomat cherry dengan *edible coating* antimikroba.

Kata kunci: antimikroba, *edible coating*, kapasitas air terikat, manisan tomat cherry, minyak kayu manis

PENDAHULUAN

Tomat cherry (*Lycopersium esculentum* var. *cerasiforme*) merupakan salah satu hasil pertanian yang prospektif di Indonesia. Produksi tomat cherry pada tahun 2014 sebesar 992.780 ton, menurut Badan Pusat Statistik (2015) terdapat kecenderungan

peningkatan produksi setiap tahunnya. Buah tomat cherry memiliki sifat mudah rusak dan berumur pendek, menurut Supriati dan Siregar (2015) jumlah kehilangan dan kerusakan tomat cherry mencapai 20-50% dari hasil panen. Kerusakan tersebut terutama disebabkan oleh mikroba yaitu *Cladoporium*, *Thichoderma*, dan *Alternaria tenuis*.

*Penulis untuk korespondensi

Penyebab kerusakan tomat cherry adalah tingginya kadar air dan terdapatnya kerusakan fisik.

Salah satu cara untuk mencegah kerusakan adalah pengolahan tomat cherry menjadi produk dengan kadar air rendah seperti manisan, sehingga pertumbuhan mikroorganisme dapat dicegah (Jayaraman dan Gupta, 2006). Walaupun sudah dibuat manisan, namun ada mikroba yang mampu tumbuh pada a_w yang rendah seperti khamir *Zygosaccharomyces rouxii* yang tumbuh pada a_w 0,62 (Deák, 2008). Untuk mempertahankan kualitas produk manisan tomat cherry tersebut dapat dilakukan dengan memanfaatkan *edible coating* antimikroba.

Edible coating dapat terbuat dari beberapa jenis bahan, salah satunya adalah berbasis pati seperti tapioka. Penambahan antimikroba pada *edible coating* bertujuan untuk menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroba, sehingga dapat meningkatkan umur simpan produk. Kayu manis merupakan salah satu rempah yang memiliki sifat antimikroba alami, karena mengandung sinamaldehid yang bersifat sebagai antibakteri sebesar 60-75% (Wang *et al.*, 2005).

Selama proses penyimpanan produk manisan tomat cherry mengalami peningkatan kadar air. Kadar air produk berhubungan dengan nilai aktivitas air (a_w) produk tersebut. Grafik hubungan kadar air dan nilai a_w produk selama proses penyimpanan dapat dianalisis menggunakan model persamaan sorpsi isoterms (De man, 2007). Model persamaan sorpsi isoterms yang umum digunakan adalah model BET (Braunauer Emmet dan Teller). Menurut Adawiyah dan Soekarto (2010) model BET adalah suatu pendekatan yang merupakan hasil pengembangan Langmuir yang menganggap terjadi interaksi antara molekul gas terikat setelah lapisan monolayer dalam jumlah yang terbatas. Model ini dapat menentukan kapasitas air terikat primer, sekunder, dan tersier (Soazo *et al.*, 2011).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang teknologi proses pengolahan manisan tomat cherry dan formula *edible coating* dengan minyak kayu manis sebagai antimikroba, serta menganalisis pengaruh *edible coating* terhadap perubahan mutu manisan tomat cherry selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tomat cherry dengan warna merah kehijauan dan bentuk lonjong yang diperoleh dari Pangalengan-Bandung, tapioka cap Pak Tani, dan minyak kayu manis. Bahan lainnya yang digunakan adalah gliserol, akuades, gula pasir curah, garam merk Refina, CaCO_3 , asam stearat, *Carboxymethyl Cellulose*, *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Plate Count Agar* (PCA), *Nutrient Broth* (NB), kultur khamir

Zygosaccharomyces rouxii dan bahan kimia lainnya untuk keperluan analisis.

Peralatan yang digunakan adalah mesin pengering rak (*tray dryer*), inkubator, buret, oven, *water bath*, penangas, *magnetic stirrer*, gelas piala, gelas ukur, sudip, cawan petri, gegep, tabung reaksi, tip pipet, jarum ose, jangka sorong merk *XPtool*, otoklaf, viskosimeter, termometer, gelas arloji, dan alat lainnya.

Tahapan Penelitian

Pengolahan Manisan Tomat Cherry

Pengolahan manisan tomat cherry dimulai dengan sortasi untuk memisahkan tomat yang busuk selanjutnya dibuang bagian daun ujungnya lalu dicuci dengan air mengalir. Perendaman pertama dilakukan dengan menggunakan larutan garam 1% selama 30 menit (Windyastari *et al.*, 2007). Perendaman kedua menggunakan larutan CaCO_3 1% selama 30 menit dengan penanganan bentuk buah utuh dan dikerat silang. Setelah dilakukan perendaman, selanjutnya tomat cherry dibilas dengan air mengalir, lalu direndam dengan larutan gula pada kombinasi 40-50-60% b/v dan 40-55-70% b/v sedangkan lama perendaman yang diujikan yaitu 6 dan 12 jam untuk masing-masing konsentrasi (Lutfi, 2010). Pengeringan dilakukan dengan bantuan alat pengering rak (*tray dryer*) pada suhu $\pm 50^\circ\text{C}$ dengan lama pengeringan ditentukan sampai bobot bahan dan a_w konstan. Uji karakterisasi yang dilakukan meliputi kadar air dan a_w .

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor dengan 2 kali ulangan. Faktor pertama adalah penanganan bentuk buah tomat cherry pada perendaman dalam larutan CaCO_3 1% selama 30 menit yang terdiri dari dua taraf dan faktor kedua yaitu kombinasi konsentrasil arutan gula dan lama perendaman yang terdiri dari empat taraf.

Edible Coating Antimikroba

Pembuatan dan formulasi *edible coating* tapioka diawali dengan membuat suspensi tapioka 3% (b/v) dipanaskan pada suhu 70°C hingga terjadi gelatinisasi. CMC 0,4% (b/v) dilarutkan ke dalam larutan tapioka tersebut sambil diaduk selama 3 menit sampai homogen, kemudian ditambahkan gliserol 5% (v/v) untuk meningkatkan elastisitas lapisan. Setelah semuanya larut dan homogen, ditambahkan asam stearat 0,5% (b/v) dan tetap diaduk sampai homogen. Proses selanjutnya yaitu pendinginan *edible coating* pada suhu 40°C . Setelah itu, minyak kayu manis sebagai antimikroba ditambahkan sesuai konsentrasi, yaitu 0; 0,2; 0,4; dan 0,6% (v/v) (Apriyani, 2015). Larutan *edible coating* diuji karakteristiknya seperti viskositas (SNI 01-2891-1992) dan uji efektivitasnya menggunakan metode difusi sumur dengan waktu inkubasi selama 2 sampai 5 hari (Hidayat *et al.*, 2006). *Edible*

coating tapioka dengan konsentrasi antimikroba terbaik diaplikasikan pada manisan tomat cherry.

Pengujian efektivitas *edible coating* antimikroba diawali dengan membuat kultur uji khamir. Kultur *Zygosaccharomyces rouxii* diperoleh dari Departemen Teknik Kimia-Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung. Sebanyak satu ose spora *Zygosaccharomyces rouxii* diinokulasi dari agar miring *Potato Dextrose Agar* (PDA) ke dalam 10 ml media cair *Nutrient Broth* (NB) secara aseptik. Kultur uji kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

Uji efektivitas *edible coating* antimikroba dilakukan dengan metode difusi sumur. Metode difusi sumur merupakan metode yang sering digunakan untuk menguji aktivitas antimikroba suatu antibiotik terhadap mikroba patogen penyebab suatu penyakit. Kepekaan mikroba terhadap antimikroba terlihat dari ukuran zona bening yang terbentuk (Cappuccino dan Sherman, 2001). Zona bening adalah area bening disekitar lubang sumur yang digunakan sebagai indikasi tidak adanya atau terhambatnya pertumbuhan mikroorganisme dikarenakan ekskresi zat antimikroba oleh kompetitornya.

Media yang digunakan dalam uji efektifitas adalah *Potato Dextrose Agar* (PDA). PDA sebanyak sebanyak 7,8 g dilarutkan dalam 200 mL akuades dan disterilisasi di dalam otoklaf selama 15 menit. Selanjutnya media PDA dimasukkan ke dalam setiap cawan petri sebanyak $20 \pm 0,1$ mL dan dibiarkan padat. Inokulum khamir *Zygosaccharomyces rouxii* sebanyak 0,1 mL disebarakan ke dalam media. Pada bagian tengah media dibuat dua buah lubang berbentuk sumur dengan masing-masing lubang berdiameter 0,7 mm dengan kedalaman dari atas permukaan hingga dasar media, yaitu sekitar 5 mm. Larutan *edible coating* antimikroba yang telah dibuat dengan berbagai konsentrasi antimikroba dimasukkan pada setiap lubang sebanyak 0,5 mL dengan menggunakan tip pipet yang telah disterilisasi. Cawan petri yang telah berisikan larutan *edible coating* antimikroba dan khamir tersebut selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama selama 2 sampai 5 hari. Zona bening yang terbentuk disekitar lubang sumur diukur dengan menggunakan jangka sorong. Setiap zona bening diukur diameternya sebanyak empat kali ditempat berbeda dan hasilnya dirata-ratakan kemudian dikurangi dengan diameter lubang. Zona bening yang terbentuk disekitar sumur merupakan area kontak *edible coating* dengan permukaan agar uji. Diameter penghambatan diukur dengan menghitung selisih diameter zona bening dengan diameter awal lubang sumur (Imelda *et al.*, 2014).

Perubahan Mutu Manisan Tomat Cherry selama Penyimpanan

Pada tahap ini diuji aplikasi *edible coating* pada manisan tomat cherry. Taraf faktor perlakuan

yang diujikan adalah manisan tomat cherry tanpa *edible coating*, *edible coating* tanpa antimikroba, dan *edible coating* antimikroba. Pengujian yang dilakukan meliputi kadar air, a_w dan total mikroba (*Total Plate Count*) (Harianingsih, 2010).

Pengolahan data perubahan kadar air dan a_w manisan tomat cherry selama penyimpanan melalui pendekatan sorpsi isoteremis BET (penentuan kapasitas air terikat sekunder dan tersier). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari satu faktor yaitu *edible coating* yang dilakukan sebanyak dua kali ulangan. Taraf perlakuan yang diujikan adalah manisan tomat cherry tanpa *edible coating*, dengan *edible coating* tanpa antimikroba, dan dengan *edible coating* antimikroba. Model matematika yang digunakan yaitu:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} = Hasil pengamatan
- μ = Nilai rata-rata umum
- A_i = Pengaruh faktor perlakuan *edible coating* manisan tomat cherry pada taraf ke- i ,
- ε_{ij} = Pengaruh acak pada perlakuan *edible coating* manisan tomat cherry ke- i ulangan ke- j , $i=1,2,3$; dan $j=1,2$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Manisan Tomat Cherry

Bentuk tomat cherry selama perendaman dalam larutan CaCO_3 1% yaitu tomat utuh dan tomat yang dikerat pada bagian pangkal buah secara silang. Bentuk tomat cherry selama perendaman dalam larutan CaCO_3 1% menghasilkan manisan tomat cherry yang memiliki kadar air dan a_w yang berbeda nyata. Manisan tomat cherry yang dikerat silang memiliki kadar air dan a_w yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang utuh. Pengkeratan pada bagian pangkal buah menyebabkan senyawa kalsium dalam kapur lebih mudah berpenetrasi ke dalam jaringan buah. Pektin yang terdapat dalam tomat cherry akan berinteraksi dengan kalsium yang berasal dari CaCO_3 hingga membentuk suatu kompleks, yaitu kalsium pektat yang menyebabkan tekstur buah mengeras (Lutfi, 2010). Pengerasan buah tomat akibat perendaman dalam larutan CaCO_3 1% diduga menyebabkan terhalangnya penguapan air dari dalam buah tomat cherry selama proses penguapan.

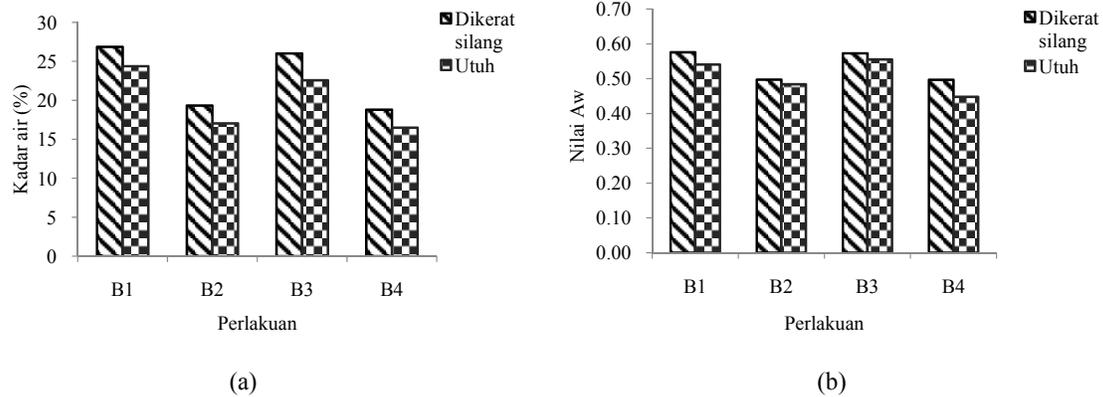
Perendaman dalam larutan gula dengan konsentrasi dan lama waktu perendaman yang berbeda menghasilkan manisan tomat cherry yang memiliki kadar air dan a_w yang berbeda nyata untuk setiap perlakuan. Kadar air dan a_w terendah diperoleh pada kombinasi konsentrasi 40-55-70% selama 12 jam, dimana manisan tomat cherry

tersebut direndam dalam kombinasi konsentrasi dan lama perendaman dalam larutan gula tertinggi. Tekanan osmotiklarutan gula yang tinggi akan menarik air keluar dari tomat cherry dan terjadi difusi gula dari larutan ke dalam dinding sel tomat cherry. Proses tersebut berlangsung terus menerus hingga tercapai keseimbangan antar gula dan air dalam buah. Semakin lama perendaman dan makin pekatnya konsentrasi gula yang digunakan jumlah air yang keluar dari bahan juga semakin banyak (Apriyanto, 2000).

Perlakuan terbaik yang dipilih dalam proses pengolahan manisan tomat cherry adalah bentuk tomat cherry utuh, kombinasi konsentrasi larutan gula 40-55-70% b/v dan lama waktu perendaman 12 jam untuk masing-masing konsentrasi, karena menghasilkan manisan tomat cherry yang memiliki kadar air dan a_w terendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil pengujian kadar air dan a_w manisan

tomat cherry dengan perlakuan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 1.

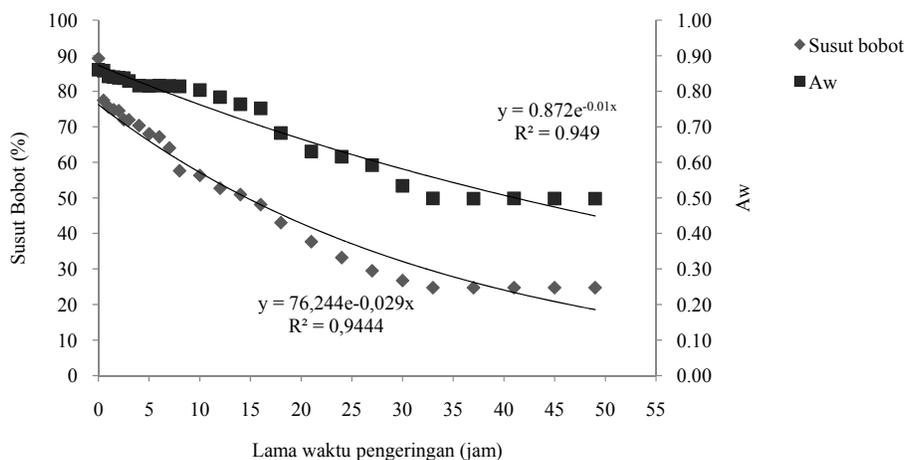
Proses pengeringan merupakan tahapan yang paling kritis dalam pengolahan manisan tomat cherry. Alat pengering yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengering rak (*tray drayer*). Pada Gambar 2 disajikan grafik susut bobot dan penurunan a_w manisan tomat cherry selama pengeringan. Menurut Hall (1980), pada tahap awal pengeringan air pada permukaan bahan (air bebas) jumlahnya cukup besar, sehingga akan menguap terlebih dahulu dan susut bobot akan berkurang cepat. Pada tahap berikutnya, uap air yang terikat secara kimiawi sehingga membutuhkan waktu sangat lama hingga akhirnya setelah air bahan semakin berkurang, tekanan uap air bahan akan menurun sampai terjadinya keseimbangan dengan udara di sekitarnya dan tidak terjadi perpindahan air lagi.



Keterangan:

B1 = 40-50-60% : 6 Jam B3 = 40-55-70% : 6 Jam
 B2 = 40-50-60% : 12 Jam B4 = 40-55-70% : 12 Jam

Gambar 1. (a) Kadar air (%) dan (b) a_w manisan tomat cherry pada berbagai perlakuan



Gambar 2. Kurva susut bobot (%) dan penurunan a_w manisan tomat cherry selama pengeringan

Lama waktu pengeringan ditentukan oleh keseimbangan tekanan uap air bahan dengan udara sekitarnya, dimana tidak terjadi lagi penguapan air dari bahan. Pada Gambar 2, kondisi tersebut ditandai oleh grafik susut bobot dan nilai a_w yang tetap, mulai jam ke-33. Berdasarkan hal tersebut, lama waktu pengeringan manisan tomat cherry adalah 33 jam dengan nilai a_w 0,50.

Edible Coating Antimikroba

Pembuatan *edible coating* dalam penelitian ini menggunakan bahan dasar tapioka sebanyak 3%, (b/v) dan bahan lainnya yaitu *carboxymethyl cellulose* (CMC), gliserol, dan asam stearat. *Edible coating* tapioka merupakan *edible coating* berbahan dasar polisakarida, yang memiliki kemampuan sebagai membran permeabel yang selektif terhadap pertukaran gas karbondioksida dan oksigen. Setiap bahan yang digunakan memiliki fungsinya masing-masing. Gliserol digunakan sebagai *plasticizer* sehingga mampu menghasilkan film yang lebih fleksibel dan halus. Penambahan gliserol pada *edible coating* juga dapat meningkatkan permeabilitas film terhadap gas, uap air, serta gas terlarut (Darni *et al.*, 2010). *Carboxymethyl cellulose* (CMC) digunakan sebagai penstabil dan mampu mengikat air atau memberi kekentalan pada fase cair sehingga dapat menstabilkan komponen lainnya dan mencegah sinersis. Asam stearat digunakan untuk mengurangi transmisi uap air. Hal tersebut disebabkan karena asam stearat memiliki gugus hidrofobik. Asam stearat mampu merubah sifat larutan *coating* yang hidrofilik menjadi hidrofobik, sehingga mampu meningkatkan ketahanannya terhadap uap air. Asam stearat memiliki rantai hidrokarbon yang panjang (C18), semakin panjang rantai hidrokarbon maka semakin meningkat sifat hidrofobik asam lemak.

Antimikroba yang digunakan pada penelitian adalah minyak kayu manis. Minyak kayu manis memiliki karakteristik seperti warna kuning muda-coklat muda, bau khas kayu manis, bobot jenis 1,01-1,03 20°C/20°C, indeks bias 1,56-1,60 (nD²⁰), putaran optik (-5°) s/d (0°), kelarutan dalam etanol 70% yaitu 1:3 larut dan jernih, dan kadar sinamaldehyd minimal 50% (SNI, 2006). Pengujian efektivitas *edible coating* dilakukan dengan metode difusi sumur dengan konsentrasi antimikroba yang diujikan yaitu 0; 0,2; 0,4; dan 0,6%. Karakteristik *edible coating* antimikroba dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tabel tersebut, menunjukkan bahwa nilai viskositas tertinggi yaitu pada *edible coating* antimikroba sebesar 3.485 cP. Semakin tinggi

konsentrasi minyak kayu manis maka nilai viskositas semakin tinggi. Hal ini disebabkan viskositas minyak kayu manis tinggi yaitu 2.398 cP. Nilai viskositas yang semakin tinggi menyebabkan kestabilan larutan yang lebih baik, yang ditandai dengan bahan yang semakin stabil karena pergerakan partikel cenderung sulit dengan semakin kentalnya suatu bahan.

Hasil pengujian efektivitas *edible coating* dengan inkubasi 2 hari menunjukkan bahwa penggunaan minyak kayu manis dengan konsentrasi 0,2; 0,4; dan 0,6% mampu menghambat pertumbuhan khamir *Zygosaccharomyces rouxii*, dengan memiliki diameter penghambatan sebesar 15,45; 18,54 dan 37,80 mm. Kayu manis memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan khamir karena mengandung senyawa atsiri seperti fenol, eugenol, sinamaldehyd yang dapat menyebabkan denaturasi protein sel, merusak membran sel, dan mengurangi tekanan permukaan sel (Rodriguez *et al.*, 2008).

Waktu inkubasi pengujian dilanjutkan dalam jangka waktu 5 (lima) hari untuk melihat sejauh mana keefektifan *edible coating* minyak kayu manis dapat menghambat pertumbuhan khamir *Zygosaccharomyces rouxii*. Menurut Hidayat *et al.* (2006), khamir memiliki fase log antara waktu inkubasi 24-120 jam. Fase log berada pada masa inkubasi 24-120 jam yang meliputi fase akselerasi (24-48 jam) dan fase eksponensial (48-120 jam). Fase akselerasi merupakan fase mulainya sel-sel membelah dengan biomassa sel mengalami peningkatan, sedangkan fase eksponensial adalah fase perbanyak jumlah sel yang sangat banyak dan aktivitas sel sangat meningkat (Dewi dan Kuswytasari, 2013). Pada hari ke-5 inkubasi terjadi penurunan diameter penghambatan yang cukup signifikan.

Penurunan diameter penghambatan disebabkan karena mikroba yang tumbuh berada pada fase eksponensial, sehingga tumbuh dengan pesat. Pada fase eksponensial khamir, konsentrasi antimikroba yang ditambahkan sebanyak 0,5 mL diduga tidak mengalami perubahan bahkan cenderung menurun karena sifat volatil senyawa antimikroba minyak kayu manis, sehingga tidak cukup efektif untuk mempertahankan zona penghambat. *Edible coating* antimikroba minyak kayu manis dengan konsentrasi 0,2; 0,4; dan 0,6% memiliki diameter penghambatan 11,46; 14,45; dan 16,31 mm.

Tabel 1. Karakteristik *edible coating* antimikroba

Konsentrasi Minyak Kayu Manis (%)	Viskositas (cP)	Diameter Penghambatan (mm)	
		Inkubasi 2 hari	Inkubasi 5 hari
0	3.455	0	0
0,2	3.465	15,45	11,46
0,4	3.475	18,54	14,45
0,6	3.485	37,80	16,31

Berdasarkan hasil karakteristik *edible coating*, formula *edible coating* antimikroba yang akan diaplikasikan pada manisan tomat cherry tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Formula *edible coating* antimikroba

Komponen	Jumlah (%)
Tapioka	3,0
CMC	0,4
Gliserol	5,0
Asam stearat	0,5
Minyak kayu manis	0,6

Karakteristik manisan tomat cherry

Edible coating dengan konsentrasi minyak kayu manis terbaik diaplikasikan pada manisan tomat cherry. Pelapisan *edible coating* dengan cara pencelupan pada jam ke-27 proses pengeringan, selanjutnya dilakukan pengeringan kembali selama 6 jam. Hasil karakterisasi manisan tomat cherry dapat dilihat pada Tabel 3. Pada tabel tersebut, menunjukkan bahwa kadar air manisan tomat cherry dengan *edible coating* antimikroba (16,80%) lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya senyawa antimikroba minyak kayu manis yang dapat meningkatkan kestabilan *edible coating*, sehingga kemampuan sebagai *barrier* terhadap laju uap air semakin meningkat. Kadar air manisan tomat cherry yang dihasilkan sudah sesuai dengan SNI 01-3710-1990 yaitu maksimal 31%. Kadar air sangat mempengaruhi nilai a_w produk manisan tomat cherry. Manisan tomat cherry dengan *edible coating* antimikroba memiliki nilai a_w terendah dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai a_w yang rendah efektif dalam menghambat pertumbuhan khamir. Total mikroba yang dihasilkan manisan tomat cherry untuk ketiga perlakuan adalah 0 koloni/g, hal itu sudah sesuai dengan SNI 01-3710-1990 yaitu maksimal 50 koloni/g.

Perubahan Mutu Manisan Tomat Cherry selama Penyimpanan

Penurunan mutu produk dapat dikategorikan menjadi tiga kerusakan, yaitu fisik, kimia, dan mikrobiologi (Lee *et al.*, 2008). Kadar air dan a_w merupakan parameter fisik yang sangat berpengaruh terhadap aktivitas mikrobiologi, lebih lanjut menyebabkan kerusakan produk selama penyimpanan. Secara alami komoditi pertanian baik

sebelum maupun setelah diolah bersifat higroskopis, yaitu dapat melepaskan sebagian air yang terkandung ke udara dan menyerap air dari udara sekelilingnya. Sifat higroskopis ini digambarkan dengan kurva kapasitas air terikat yang menunjukkan hubungan antara kadar air dengan aktivitas air (a_w) produk manisan tomat cherry.

Kapasitas air terikat sekunder merupakan fraksi air yang terikat kurang kuat dibandingkan air terikat primer dengan entalpi penguapan sedikit lebih besar dari entalpi penguapan air murni. Saat kadar air meningkat, air ini mengisi celah-celah mikro dan makro di dalam sistem. Pada daerah ini terjadi reaksi kimia dan biokimia (misalnya enzimatis) yang membutuhkan pelarut air (Winarno, 2004).

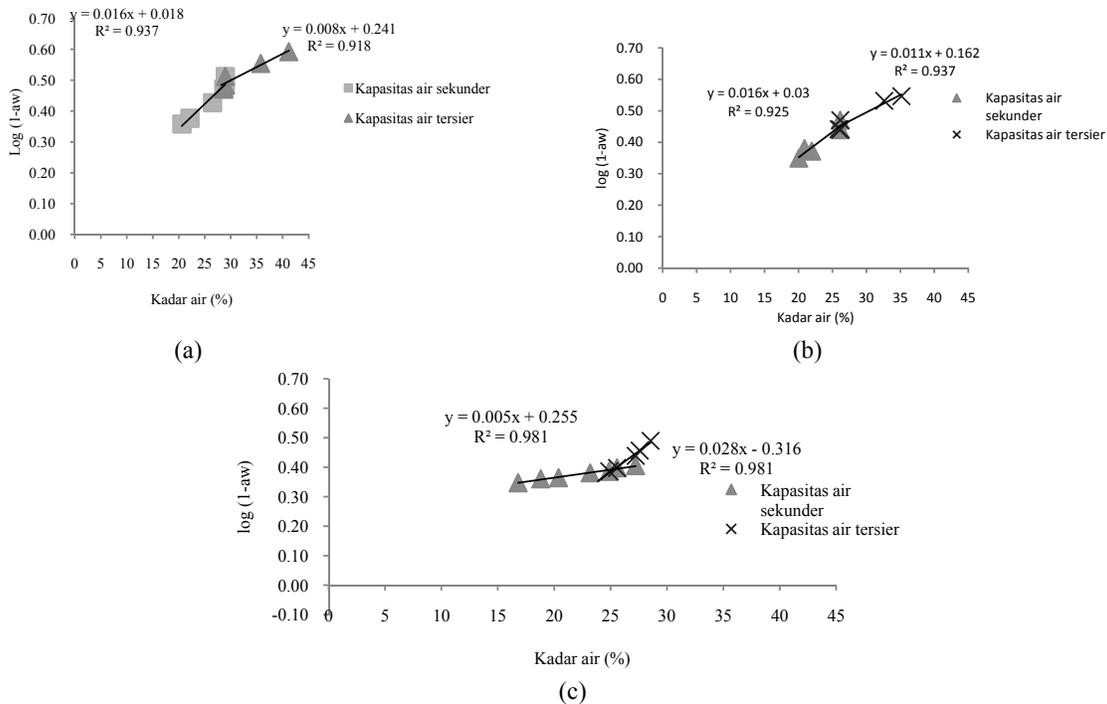
Menurut Soekarto (1978) dengan memplot $\log(1-a_w)$ terhadap M akan dihasilkan garis patah yang terdiri dari dua garis lurus. Garis lurus pertama mewakili air terikat sekunder dan garis kedua mewakili air terikat tersier. Titik potong kedua garis itu adalah titik peralihan dari ikatan sekunder ke tersier dan dianggap sebagai batas atas kapasitas air sekunder. Persamaan kedua garis lurus ini ditentukan menggunakan persamaan regresi linier. Dimana garis lurus pertama diwakili $\log(1-a_w) = b_1(M) + a_1$ dan garis kedua diwakili $\log(1-a_w) = b_2(M) + a_2$ maka pada titik potong berlaku rumus $b_1(M_s) + a_1 = b_2(M_s) + a_2$ dimana M_s adalah kapasitas air terikat sekunder. Kurva kapasitas air terikat sekunder manisan tomat cherry dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan hasil perhitungan kapasitas air terikat sekunder manisan tomat cherry dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil perhitungan kapasitas air terikat tersier manisan tomat cherry dengan 3 pendekatan dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 5. Pada tabel tersebut, menunjukkan kapasitas air terikat tersier dengan pendekatan linier lebih mendekati M_t berdasarkan ekstrapolasi. Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan *edible coating* (tanpa *edible coating*, dengan *edible coating* tanpa antimikroba, dan dengan *edible coating* antimikroba) yang diaplikasikan pada manisan tomat cherry memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai M_s , a_{ws} dan M_t . Demikian pula berdasarkan uji lanjut Duncan yang dilakukan pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$).

Tabel 3. Karakteristik manisan tomat cherry

Parameter	Standar*	Tanpa Edible Coating	Edible Coating Tanpa Antimikroba	Edible Coating Antimikroba
Kadar air (%)	Maks. 31	20,61	20,04	16,80
A_w		0,56	0,55	0,54
Total mikroba (Koloni/g)	Maks. 50	0	0	0

Sumber : *SNI 01-3710-1990



Gambar 3. Kurva kapasitas air terikat sekunder manisan tomat cherry (a) tanpa *edible coating*, (b) dengan *edible coating* tanpa antimikroba, dan (c) dengan *edible coating* antimikroba

Tabel 4. Hasil perhitungan kapasitas air terikat sekunder manisan tomat cherry

Perlakuan	Parameter							
	a_1	b_1	R_1^2	a_2	b_2	R_2^2	Ms (%)	a_{ws}
Tanpa <i>edible coating</i>	0,07	0,01	0,93	0,17	0,01	0,96	31,23	0,72
<i>Edible coating</i> tanpa antimikroba	0,03	0,02	0,93	0,16	0,01	0,94	26,32	0,65
<i>Edible coating</i> antimikroba	0,26	0,01	0,98	-0,32	0,03	0,98	25,32	0,58

Keterangan: Ms = Batas atas kapasitas air terikat sekunder $a_{ws} = a_w$ sekunder

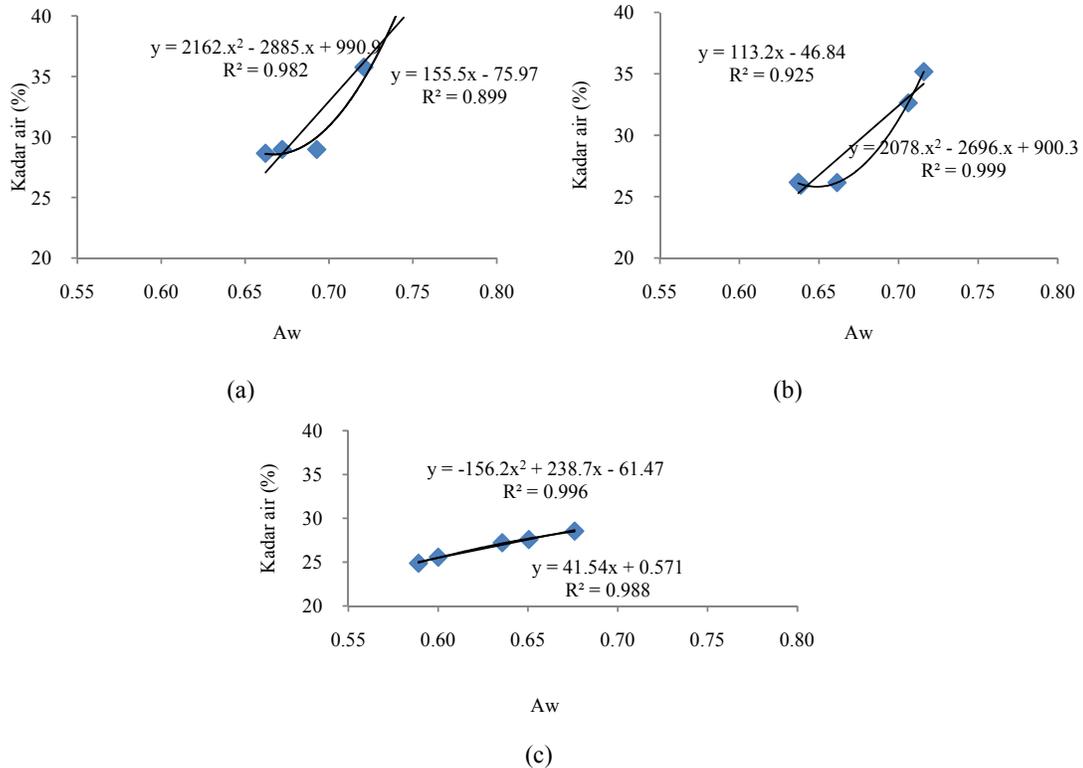
Kapasitas air terikat sekunder maupun tersier pada manisan tomat cherry dengan *edible coating* antimikroba memiliki nilai terendah yakni Ms 25,32% dengan a_{ws} 0,58 dan Mt 42,11%. Hal ini diduga disebabkan oleh karakteristik *edible coating* antimikroba yang lebih stabil dibandingkan dengan *edible coating* tanpa antimikroba. Adanya antimikroba minyak kayu manis dapat meningkatkan kestabilan *edible coating*, sehingga kemampuan sebagai *barrier* terhadap laju uap air semakin meningkat.

Manisan tomat cherry tanpa *edible coating* memiliki nilai kapasitas air terikat sekunder dan tersier tertinggi. Hal ini diduga disebabkan karena tanpa adanya *edible coating* maka tidak memiliki *barrier* pada permukaannya, sehingga transmisi uap air akan semakin mudah terjadi. Banyaknya kandungan air yang terdapat pada manisan tomat cherry dapat mengindikasikan perubahan mutu yang semakin menurun selama penyimpanan.

Selama penyimpanan manisan tomat cherry mengalami peningkatan kadar air dan a_w , hal itu ditandai dengan *slope* yang positif pada grafik. Peningkatan kadar air dan a_w disebabkan oleh

terikatnya uap air yang berasal dari lingkungan penyimpanan ke dalam produk. Grafik perubahan kadar air dan a_w manisan tomat cherry selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 5. Pada Gambar tersebut, peningkatan terkecil terjadi pada manisan tomat cherry dengan *edible coating* antimikroba dengan kemiringan (*slope*) 48,86.

Kapasitas air terikat tersier selama penyimpanan pada manisan tomat cherry sangat menentukan nilai a_w . Nilai a_w yang semakin meningkat akan mempengaruhi laju pertumbuhan mikroba. Menurut Santoso *et al.* (2004), khamir merupakan jenis mikroba yang mudah tumbuh di permukaan manisan tomat cherry. Kandungan gula yang cukup tinggi pada produk manisan dapat dijadikan sebagai nutrisi yang dibutuhkan oleh khamir untuk tumbuh. Suhu optimum pertumbuhan untuk sebagian besar khamir adalah 25-30°C (suhu ruang). Deák (2008) menambahkan a_w untuk pertumbuhan khamir jenis *Zygosaccharomyces rouxii* yaitu 0,62. Hubungan laju pertumbuhan total mikroba dan nilai a_w manisan tomat cherry selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 4. Kapasitas air terikat tersier dengan pendekatan polinomial ordo 2 dan linier pada manisan tomat cherry (a) tanpa *edible coating*, (b) dengan *edible coating* tanpa antimikroba, dan (c) dengan *edible coating*

Tabel 5. Hasil perhitungan kapasitas air terikat tersier manisan tomat cherry

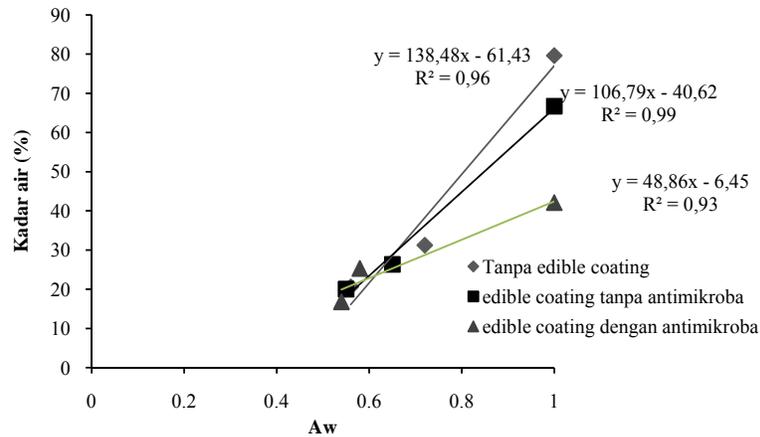
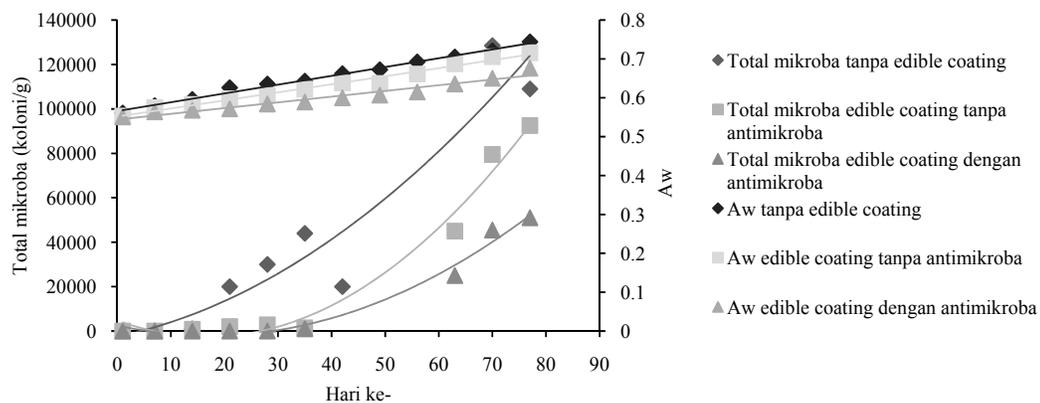
Pendekatan	Parameter	Nilai		
		Tanpa <i>edible coating</i>	<i>Edible coating</i> tanpa antimikroba	<i>Edible coating</i> antimikroba
Polinomial ordo 2	a	2162,90	2078,30	-156,29
	b	-2885,60	-2696,30	238,75
	c	990,99	900,30	-61,47
	R ²	0,98	0,99	0,99
	Mt	268,29	282,30	21,03
Ekstrapolasi	Mt	56,76	58,15	59,39
Linier	a	-75,97	-46,85	0,57
	b	155,59	113,23	41,54
	R ²	0,90	0,93	0,99
	Mt	79,62	66,72	42,11

Keterangan Mt = Batas kapasitas air terikat tersier

Pada Gambar 6, terlihat bahwa peningkatan pertumbuhan mikroba berbanding lurus dengan peningkatan nilai a_w manisan tomat cherry selama penyimpanan. Peningkatan nilai a_w manisan tomat cherry tanpa *edible coating*, dengan *edible coating* tanpa antimikroba, dan dengan *edible coating* antimikroba sangat signifikan pada hari penyimpanan secara berturut-turut yaitu ke-28, 42, dan 63 hari, hal itu diduga disebabkan khamir *Zygosaccharomyces rouxii* sudah mulai tumbuh pada a_w diatas 0,62 (Deák, 2008). Produk manisan tomat cherry dengan *edible coating* antimikroba

memiliki laju peningkatan total mikroba dan nilai a_w terendah.

Hasil pengujian total mikroba telah membuktikan bahwa *edible coating* antimikroba minyak kayu manis yang diaplikasikan pada manisan tomat cherry mampu menghambat atau mengurangi pertumbuhan khamir selama penyimpanan. Proses penghambatan aktivitas khamir terjadi karena aktifnya senyawa antimikroba yang terdapat dalam kayu manis. Hal tersebut antara lain senyawa sinamaldehid yang telah bekerja dalam melakukan denaturasi protein sel dan merusak membran sel mikroba.

Gambar 5. Grafik perubahan kadar air dan a_w manisan tomat cherry selama penyimpananGambar 6. Grafik hubungan laju perubahan total mikroba dan nilai a_w manisan tomat cherry selama penyimpanan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengolahan manisan tomat cherry yaitu diawali dengan sortasi, pencucian, dan perendaman tomat cherry secara bertahap dalam larutan garam 1% dan CaCO_3 1% dengan bentuk tomat utuh selama 30 menit untuk masing-masing larutan. Proses selanjutnya adalah pencucian dan perendaman dalam larutan gula. Perendaman dalam larutan gula dilakukan secara bertahap dengan kombinasi konsentrasi 40-55-70% dan lama waktu perendaman 12 jam, serta pengeringan selama 33 jam.

Formula *edible coating* yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah tapioka, CMC, gliserol, asam stearat dan minyak kayu manis dengan presentase secara berturut-turut yaitu 3,0; 0,4; 5,0; 0,5; dan 0,6%.

Selama penyimpanan, kapasitas air terikat sekunder dan tersier yang terendah pada manisan tomat cherry dengan *edible coating* antimikroba,

yakni Mt 25,32%, a_{ws} 0,58 dan Mt 42,11%. Demikian juga dengan laju pertumbuhan mikroba terendah yaitu pada manisan tomat cherry dengan *edible coating* antimikroba.

Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut menggunakan model lain seperti Hasley, Oswin, Chen-Clayton, Henderson dan Cauri yang dapat menggambarkan fenomena sorpsi isotermis dengan tepat pada manisan tomat cherry.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah DT dan Soekarto ST. 2010. Pemodelan isotermis sorpsi air pada model pangan. *J Teknol Indust Pangan*. 21 (1): 33-39.
- Aktas N dan Gurses A. 2005. Moisture adsorption properties and adsorption isosteric of dehydrated slices of Pastirma (Turkish dry meat product). *J Meat Sci*. 71: 571-576.

- Apriyani YM, Priani SE, dan Gadri A. 2015. Aktivitas antibakteri minyak batang kayu manis (*Cinnamomum burmanni* Ness Ex Bl.) terhadap bakteri *Propionibacterium acnes*. *Prosiding SPeSIA Unisba*. Farmasi Gelombang 2. Bandung: 2014-2015.
- Apriyantono T. 2000. *Practical Guide Making Sweets, Small Specialist Food Processing Industry*. Director General of Small Industry, Ministry of Agriculture. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi Sayuran di Indonesia. www.bps.go.id. [20 Februari 2015].
- Cappuccino S. 2001. *Paper Disk Clear Zone*. Prentice Hall. Englewood Cliff.
- Darni Y dan Utami H. 2010. Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik serta hidrofobisitas bioplastik dari pati sorgum. *J Rekayasa Kim Lingk*. 7(4): 88-93.
- Deák T. 2008. *Handbook of Food Spoilage Yeasts*. Second Edition. CRC Press. Boca Raton.
- De man JM. 2007. *Principles of Food Chemistry 3rd Edition*. United States: Aspen Publishers.
- Dewi NWNS dan Kuswytasari ND. 2013. Pengaruh medium limbah organik terhadap aktivitas enzim protease dari isolat kapang tanah Wonorejo. *J Teknik Pomits*. 2(1) : 2337-3539
- Hall CW. 1980. *Drying and Storage of Agricultural Crops*. Westport: AVI Publishing Company, INC.
- Harianingsih. 2010. Pemanfaatan limbah cangkang kepiting menjadi kitosan sebagai bahan pelapis (*Coater*) pada buah stroberi. [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hidayat N, Masdiana CP, dan Sri S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi: Yogyakarta.
- Imelda F, Faridah DN, dan Kusumaningrum HD. 2014. Bacterial inhibition and cell leakage by extract of *Polygonum minus* Huds leaves. *Int J Food Res*. 21(2): 553-560.
- Jayaraman KS dan Gupta DKD. 2006. Drying of fruits and vegetables. *Di dalam: Mujumdar AS* (Ed.). *Handbook of Industrial Drying*. Second Edition Revised and Expanded. Taylor and Francis Group, London.
- Lee DS, Yam KL, dan Piergiovanni L. 2008. *Food Packaging Science and Technology*. New York (NY): CRC Press.
- Lutfi M. 2010. Mempelajari teknologi pengolahan manisan semi basah buah tropis. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rodriguez A, Nerin C, dan Battle R. 2008. New cinnamon-based active paper packaging against *Rhizopus stolonifer* food spoilage. *J Agric Food Chem*. 56(15):6364.
- Santoso B, Saputra D, dan Pambayun R. 2004. Kajian teknologi *edible coating* dari pati dan aplikasinya untuk pengemas primer lempok durian. *J Teknol Indust Pangan*. 15(3):239-244.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 01-3710-1990. *Standar mutu manisan*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 01-2891-1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 06-3724-2006. *Minyak Kulit Kayu Manis*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Soazo M, Rubiolo AC, dan Verdini RA. 2011. Effect of drying temperature and beeswax content on moisture isotherms of whey protein emulsion film. *Procedia Food Sci* 1: 210-215.
- Soekarto ST. 1978. Pengukuran air ikatan dan peranannya pada pengawasan pangan. *Bull Perhimp Teknol Pangan Indo*. 3(4):4-18.
- Supriati S dan Siregar FD. 2015. *Bertanam Tomat di Pot*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wang SY, Chen PF, dan Chang ST. 2005. Antifungal activities of essential oils and their constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) leaves against wood decay fungi. *Biores Technol*. 96(7): 813-818.
- Winarno FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Windyastari C, Wignyanto, dan Putri WI. 2007. Pengembangan belimbing wuluh sebagai manisan kering dengan kajian konsentrasi perendaman kapur dan lama waktu pengeringan. *J Indust*. 1(3): 195-203.