



Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan  
Universitas Sebelas Maret

Available online at  
www.ilmupangan.fp.uns.ac.id

**JURNAL  
TEKNOSAINS  
PANGAN**

*Jurnal Teknosains Pangan Vol IV No. 4 Oktober 2015*

**PEMBUATAN EDIBLE FILM DARI PEKTIN KULIT PISANG RAJA BULU (*Musa sapientum* var *Paradisiaca baker*) DENGAN PENAMBAHAN MINYAK ATSIRI JAHE EMPRIT (*Zingiber officinale* var. *amarum*) DAN APLIKASINYA PADA TOMAT CHERRY (*Lycopersiconesculentum* var. *cerasiforme*)**

*PRODUCING OF EDIBLE FILM FROM THE RAJA BULU BANANA'S LEATHER (*Musa sapientum* var *Paradisiaca baker*) WITH AN ADDITION OF GINGER ESSENTIAL OIL (*Zingiber officinale* var. *Amarum*) AND ITS APPLICATION ON CHERRY TOMATO (*Solanum Lycopersicum* var. *Cerasiforme*)*

Valen Andriasty<sup>\*)</sup>, Danar Praseptianga<sup>\*)</sup>, Rohula Utami<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret

Received 30 Juni 2015; accepted 15 Agustus 2015 ; published online 1 Oktober 2015

**ABSTRAK**

Indonesia merupakan negara tropis yang sangat baik untuk pertumbuhan tanaman pisang. Selama ini pisang banyak dimanfaatkan untuk berbagai jenis olahan pangan. Namun, pengolahan limbah kulit pisang dari olahan pangan tersebut belum banyak dimanfaatkan, padahal kulit buah pisang mengandung pektin. Dalam industri pangan, pektin dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat kemasan *edible film*. Selain kebutuhan dalam negeri tomat *cherry* juga sudah diekspor, namun tidak jarang sudah mengalami kerusakan dan penurunan mutu. Maka dari itu perlu dikembangkan teknologi penanganan buah segar untuk menghambat pematangan yang terlalu cepat serta menghambat kebusukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kimia pektin, mengetahui pengaruh variasi konsentrasi pektin dan minyak atsiri terhadap karakteristik fisik, mekanik, dan *barrier* terhadap uap air *edible film* pektin, dan mengetahui potensi aplikasi *edible coating* dari pektin dengan inkorporasi minyak atsiri pada tomat *cherry* selama penyimpanan. Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu konsentrasi pektin (1%, 2% dan 3%) dan minyak atsiri (0,1%, 0,3%, dan 0,5%), serta aplikasi *edible coating* dengan menggunakan dua faktor yaitu variasi perlakuan (*coating* dan *non coating*) dan lama penyimpanan (hari ke-0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24). Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) karakteristik pektin meliputi rendemen 10,52%, kadar air 10,37%, kadar abu 9,49%, berat ekuivalen 1539, kadar metoksil 1,96%, kadar galakturonat 89,15%, derajat esterifikasi 12,48%. (2) *edible film* terbaik dengan penambahan konsentrasi pektin 3%. (3) *edible film* dari pektin dengan inkorporasi minyak atsiri terbaik dengan konsentrasi minyak atsiri 0,1% kuat regang putus lebih tinggi (6,91Mpa menjadi 7,149Mpa), persen perpanjangan lebih tinggi (8,974% menjadi 15,92%) dan memiliki laju transmisi uap air lebih rendah yaitu (6,523 g/jam.m<sup>2</sup>/hari menjadi 5,93 g/jam.m<sup>2</sup>/hari). (4) aplikasi *edible coating* berpengaruh nyata terhadap kenaikan pH dan pertumbuhan total mikroba pada tomat *cherry*.

**Kata kunci** : *pektin, minyak atsiri, edible film, edible coating, tomat cherry*

**ABSTRACT**

Indonesia is a tropical country which has very good weather for growing banana. As long as, banana is used for very kinds of fickle food. However waste manufacturing of the fickle food is lack, whereas banana leather of pectin. For industrial food, pectin can be used to make *edible film* sachet. Cherry tomato is not only used to fulfill the domestic need but is also exported, however it is often damaged and get down quality. So, it is needed to develop technology handling fresh fruit to obstruct early ripe and decaying. The research aims to determine the chemical characteristic pectin, the effect of variation concentration of pectin and volatile to the physical, mechanics and barrier characteristic of pectin *edible film* vapor, and potential application edible coating of pectin incorporate volatile to the cerry tomato for storage. The experiment design used Completely Randomized Design (CRD) with one factor that is concentration of pectin (1%, 2% and 3%) and essential oil (0,1%, 0,3%, and 0,5%), application edible coating with two factor that is variation in treatment (*coating* and *non coating*) and long storage (day 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24). The result of the research shows that: (1) characterization of pectin included rendemen 10.52%, liquid content 10.37%, dust content 9.49%, equivalency 1539 mg, metoxil content 1.96%, galacturonat 89.15%, esterification degree 12.48%. (2) the best *edible film* added pectin concentrated 3%. (3) the best pectin edible film incorporate volatile concentrated 0.1% higher loose strenght (6.91Mpa become 7.149Mpa), higher length percentage (8.974% to 15.92%) and lower speed vapor transmission. (6.523 gr/hour.m<sup>2</sup>/day to 5.93 gr/hour.m<sup>2</sup>/day). (4) application edible coating can obstruct pH ascent and total growth of microbe in cherry tomato.

**Keywords**: *pectin, volatile, edible coating, cherry tomato*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan berbagai jenis makanan olahan, salah satunya yaitu produk hasil olahan buah pisang. Namun, dari berbagai produk olahan buah pisang tersebut menghasilkan limbah kulit pisang dengan jumlah yang cukup besar. Menurut FAO (2003) limbah kulit pisang berjumlah 40% dari total jumlah berat buah pisang. Penanganan limbah kulit pisang secara profesional hingga saat ini membutuhkan biaya yang tidak sedikit sehingga perlu dicarikan jalan keluarnya. Pengolahan limbah kulit pisang belum banyak dimanfaatkan, padahal kulit buah pisang mengandung komponen berupa pektin. Limbah kulit pisang mempunyai prospek yang amat baik sebagai sumber bahan baku pektin, selain itu pektin juga diolah dengan menggunakan teknologi yang relatif sederhana. Kandungan pektin pada kulit pisang berkisar antara 59% (Hanum dkk, 2012).

Dalam industri pangan, pektin dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat kemasan *edible* dan dapat dimodifikasi melalui demetilasi guna memperoleh kemampuan membentuk film yang baik. Beberapa metode untuk aplikasi *coating* pada buah dan sayuran, antara lain metode pencelupan (*dipping*), pembusaan (*foaming*), penyemprotan (*spraying*), penuangan (*casting*) dan aplikasi penetesan terkontrol. Penelitian ini menggunakan metode pencelupan (*dipping*), sebab metode ini merupakan metode yang banyak digunakan terutama pada sayuran, buah, daging, dan ikan, dimana produk dicelupkan ke dalam larutan yang digunakan sebagai bahan *coating* (Miskiyah dkk, 2011).

Tomat *cherry* merupakan salah satu produk pangan yang mudah sekali mengalami kerusakan setelah pascapanen akibat adanya proses respirasi. Tomat *cherry* (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) termasuk tanaman sayuran komersial yang sedang dikembangkan di Indonesia (Susila dkk, 2011). Walaupun demikian seperti halnya sayuran lain, tomat *cherry* juga merupakan tanaman sayuran yang mudah rusak dan memiliki umur simpan yang relatif pendek pada penyimpanan biasa. Dengan harga jual yang tinggi dan bersifat mudah rusak maka dari itu perlu dilakukan adanya upaya penekanan penyebab kerusakan, baik kuantitas maupun kualitas melalui perbaikan penyimpanan dan penanganan produk segar untuk menghambat pematangan yang terlalu cepat serta menghambat pembusukan.

Dewasa ini selain kebutuhan dalam negeri tomat juga sudah diekspor, namun tidak jarang tomat sudah mengalami kerusakan atau penurunan mutu sebelum sempat sampai kepada pengguna. Maka dari itu perlu dikembangkan teknologi penanganan segar untuk menghambat pembusukan (Hartuti, 2006). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *edible coating/film* dapat berfungsi sebagai pembawa (*carrier*) aditif makanan, seperti bersifat sebagai agens antipencoklatan, antimikroba, pewarna, pemberi *flavor*, nutrisi, dan bumbu. Salah satu cara mempertahankan kesegaran buah tomat yaitu dengan cara pelapisan *edible film* dengan penambahan zat aditif seperti antimikroba yang pada prinsipnya dapat menghambat pertumbuhan mikroba pada permukaan buah tomat sehingga tidak mudah mengalami kebusukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia pektin kulit pisang raja bulu, mengetahui pengaruh variasi konsentrasi pektin kulit pisang raja bulu terhadap karakteristik *edible film* pektin kulit pisang raja bulu, mengetahui pengaruh variasi konsentrasi minyak atsiri jahe emprit terhadap karakteristik *edible film* komposit dari pektin kulit pisang raja bulu dan minyak atsiri jahe emprit dan mengetahui pengaruh aplikasi *coating* komposit dari pektin kulit pisang raja bulu dan minyak atsiri jahe emprit pada tomat *cherry* selama penyimpanan.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu baskom, pisau, talenan, sarung tangan plastik, kain saring sintetik, blender,

nampan, *aluminium foil*, labu takar, erlenmeyer, *beaker glass*, pipet volume, corong pemisah, termometer, *water bath*, *cabinet dryer*, Adventurer Ohaus Corp. Pine brook, NJ USA 8-14,5V (timbangan analitik), analitik, pipet volume, pro-pipet, plat plastik, dan *stopwatch*.

### Bahan

Bahan yang digunakan adalah kulit buah pisang raja bulu yang diperoleh dari pasar Legi, Surakarta, HCl, NaHSO<sub>3</sub>, Alkohol 96%, Alkohol 70%, Aquadest, tepung tapioka (Rose Brand) yang peroleh dari pasar swalayan AsGros, Surakarta. Minyak atsiri jahe emprit, sorbitol.

### Tahapan Penelitian

#### 1. Ekstraksi dan Karakterisasi Kimia Pektin Kulit Pisang Raja Bulu

Bahan baku kulit pisang ditimbang 500 gram, dicuci dengan menggunakan air mengalir, lalu dilakukan pengirisan dengan menggunakan pisau menjadi potongan-potongan kecil dengan ukuran 1 x 1 cm. Setelah pengirisan dilakukan perendaman dalam larutan NaHSO<sub>3</sub> 0,2% selama 15 menit. Ekstraksi pektin yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan cara kulit pisang segar diblender kemudian ditambahkan larutan pengeksrak HCl 1% yang diatur hingga bubur kulit pisang mencapai pH 1,5. Kulit pisang pada penelitian ini diekstraksi dengan HCl yang ditambahkan pada saat setelah penghancuran. Suhu ekstraksi yang digunakan 85°C selama 120 menit, kemudian disaring dengan kain saring yang halus untuk mendapatkan larutan filtrat pektin kulit pisang. Setelah itu, larutan filtrat ekstrak pektin kulit pisang disentrifugasi dengan 1000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan larutan dan endapan. Larutan filtrat pektin kulit pisang ditambahkan alkohol 96% sebanyak dua kali volume cairan. Kemudian dilakukan pengendapan selama 14-16 jam. Pektin yang telah diendapkan disaring dan dimurnikan dengan pencucian alkohol 70% sebanyak 3 kali. Setelah tahap pencucian selesai, pektin dikeringkan dengan menggunakan alat pengering *cabinet dryer* pada suhu 40°C selama 3 jam (Akili, 2012). Kemudian dilakukan karakterisasi pektin kulit pisang raja yang meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, berat ekuivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat, dan derajat esterifikasi.

#### 2. Formulasi dan Karakterisasi *Edible Film* Pektin Kulit Pisang Raja Bulu

Pembuatan *edible film* berbasis pektin kulit pisang dilakukan dengan mempersiapkan komposisi pektin 1%, 2%, dan 3% (b/v), tapioka 2% (b/v) dan sorbitol 1% (v/v). Adapun penambahan tapioka bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik yang hampir sama dengan plastik dan memiliki penampakan yang transparan (Ulfiyah, 2013) dan mengingat kelebihan sifat fisik masing-masing *edible film* tersebut yaitu *edible film* dari pektin mempunyai permukaan yang halus dan tidak lengket, sedangkan *film* dari tapioka mempunyai kenampakan transparan dan kuat (Anugrahati, 2003). Selain itu menurut Layuk (2002) pada penambahan tapioka sebanyak 2% menghasilkan ketebalan dan kuat regang putus lebih tinggi dibanding konsentrasi tapioka 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5%. Mula-mula tapioka dimasukkan ke dalam gelas *beaker* 250 ml yang berisi 100 ml aquades, kemudian dipanaskan di atas *hotplate* pada suhu 70°C dan dipertahankan ± 25 menit, sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* (Layuk, 2002). Kemudian ditambahkan *plasticizer* sorbitol sebanyak 1% (v/v) atau 1 ml dengan suhu 50°C yang dipertahankan hingga 15 menit. Setelah itu pektin dimasukkan dan diaduk rata dengan *magnetic stirrer* sambil dipanaskan pada suhu 50°C selama 15 menit Layuk (2002). Menurut Taqi dkk, (2013) menyatakan bahwa pembentukan gel pati dan pektin terjadi pada proses pemanasan pada suhu 70-80°C selama 15 menit.

Sebelum dituang, larutan diaduk sebentar untuk menghilangkan gelembung udara dalam larutan (*degassing*) selama 10 menit. Larutan dituang ke dalam plat plastik (23 x 15 x 2 cm), kemudian dibiarkan dingin pada suhu ruang  $\pm$  15 menit agar saat dimasukkan ke dalam *cabinet dryer* posisi larutan tidak berubah. Larutan *edible film* dikeringkan dalam *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 10-12 jam, sehingga dihasilkan lembaran *edible film* pektin kulit pisang (berdasarkan hasil *trial*, lembaran *edible film* sudah mengelupas). Lembaran *edible film* pektin dibiarkan dingin  $\pm$  5 menit, kemudian dipisahkan dari plat plastik. Disimpan dalam kotak plastik yang berisi silika gel dan tertutup rapat. Tiap lembar *edible film* dipisahkan dengan *tissue* untuk menjaga kelembaban di dalam kotak plastik. Sebelum dianalisis karakteristik *edible film* dari pektin, lembaran *edible film* disimpan pada suhu ruang (28  $\pm$  2°C) dengan RH 50% (diukur dengan higrometer) selama 24 jam (Suppakul dkk, 2013). Lembaran *edible film* yang sudah kering dilakukan analisa uji karakterisasi meliputi sifat fisik dan sifat mekanik. Dari beberapa konsentrasi pektin yang diujikan untuk membuat *edible film*, kemudian dipilih yang terbaik dari analisa uji karakterisasi tersebut (terpilih 1) untuk dilakukan pengujian selanjutnya.

### 3. Formulasi dan Karakterisasi *Edible Film* Pektin Kulit Pisang Raja Bulu dan Minyak Atsiri Jahe Emprit.

Sampel minyak atsiri hasil destilasi ini didapatkan dari Laboratorium Pengujian dan Penelitian Terpadu, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Setelah didapatkan hasil sebelumnya dari analisa karakteristik terhadap pengaruh penambahan konsentrasi pektin yang diberikan. Pembuatan larutan *edible film* pada penelitian ini mengacu pada Layuk (2002) dengan modifikasi. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pembuatan *edible film* pektin komposit yaitu tapioka di masukkan ke dalam gelas beaker 250 ml yang berisi 100 ml aquades, kemudian dipanaskan pada atsiri jahe emprit, sehingga dihasilkan *edible coating* yang baik. Pada tahap percobaan ini, buah tomat *cherry* segar dicelupkan ke dalam formula larutan *coating* pada suhu 20°C.

Larutan *coating* yang digunakan yaitu pektin kulit pisang raja bulu 3% (b/v) (terpilih 1) pada pembuatan *edible film* pektin kulit pisang raja bulu yang menghasilkan ketebalan 0,125 mm, kekuatan regang putus 6,291 MPa, persen perpanjangan 8,974%, laju transmisi uap air 6,523 g/jam.m<sup>2</sup>/hari, tapioka 2% (b/v), sorbitol 1% (v/v), dan minyak atsiri jahe emprit 0,1% (v/v) (terpilih 2) pada pembuatan *edible film* komposit dari pektin dan minyak atsiri yang menghasilkan ketebalan 0,089 mm, kekuatan regang putus 7,149 MPa, persen perpanjangan 15,92%, laju transmisi uap air 5,93 g/jam.m<sup>2</sup>/hari. Kemudian dibandingkan dengan perlakuan tanpa *coating* (pelapisan) sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan terhadap parameter pH buah tomat *cherry* dan pertumbuhan total mikroba selama penyimpanan pada suhu ruang 28°C RH 75 $\pm$ 2% dan melihat penurunan tingkat kesegaran pada buah tersebut secara visual.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Karakterisasi Kimia Pektin Kulit Pisang Raja Bulu

Proses ekstraksi pektin dari kulit pisang raja bulu (*Musa sapientum var Paradisiaca* baker) menghasilkan rendemen sebanyak 10,52%, kadar air 10,37%, kadar abu 9,49%, berat ekuivalen 1539, kadar metoksil 1,96%, kadar galakturonat 89,15%, derajat esterifikasi 12,48%. Kadar air, kadar abu, berat ekuivalen, kadar asam galakturonat, kadar metoksil dan derajat esterifikasi sudah memenuhi standar mutu pektin komersial yang ditetapkan oleh EU, WHO, FDA, IPPA dan FCC.

### 2. Karakterisasi *Edible Film* Pektin Kulit Pisang Raja Bulu

Hasil analisis karakteristik *edible film* pektin kulit pisang raja bulu dapat dilihat pada **Tabel 1.**

suhu 70°C selama 25 menit, sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Kemudian dimasukkan sorbitol sebanyak 1% (v/v) dengan suhu 50°C dan dipertahankan selama 15 menit. Setelah itu pektin dimasukkan dan diaduk rata dengan *magnetic stirrer* sambil dipanaskan pada suhu 50°C selama 15 menit Layuk (2002). Penambahan minyak atsiri dilakukan setelah proses pemanasan terakhir dari adonan *edible film* dengan suhu 20°C selama 5 menit.

Pada pembuatan film tahap kedua dilakukan penambahan minyak atsiri jahe emprit (0,1%, 0,3%, dan 0,5% v/v) ke dalam formula film di atas yang harapannya dapat memperbaiki sifat karakteristik *edible film* yang baik. Setelah itu dilakukan pengurangan udara dalam larutan (*degassing*) dengan cara larutan didiamkan dalam suhu ruang dan dilakukan pengadukkan (batang pengaduk) secara perlahan-lahan selama 10 menit, lalu larutan film dituang ke dalam cetakan film berupa cetakan plastik (24 x 16 x 2 cm), kemudian dimasukkan ke dalam *cabinet dryer* selama 10-12 jam pada suhu 50°C (Layuk, 2002). Setelah dingin dan lembaran *edible film* yang sudah kering dilakukan analisa uji karakterisasi meliputi sifat fisik dan sifat mekanik serta aplikasi pada buah tomat *cherry*. Dari beberapa konsentrasi minyak atsiri jahe emprit yang diujikan untuk membuat *edible film*, kemudian dipilih yang terbaik dari analisa uji karakterisasi tersebut (terpilih 2) untuk dilakukan pengujian selanjutnya.

### 4. Aplikasi *Edible Coating* Pektin Kulit Pisang Raja Bulu dan Minyak Atsiri Jahe Emprit pada Tomat *Cherry* Selama Penyimpanan Disuhu Ruang.

Aplikasi *edible film* pada buah tomat *cherry* dilakukan dengan cara *coating* (pelapisan), hal ini mengacu pada metode yang digunakan oleh (Kismaryanti, 2007). Tahap ini bertujuan melihat pengaruh *coating* dari pektin kulit pisang dengan penambahan minyak.

**Tabel 1.** Karakteristik *Edible Film* Pektin Kulit Pisang Raja Bulu.

Konsentrasi Pektin (%)	Ketebalan (mm)	Kekuatan Regang Putus (MPa)	Persen Perpanjangan (%)	WVTR (g/jam.m <sup>2</sup> )
1	0,059 a	2,46 a	15,43 b	8,62 a
2	0,084 ab	5,11 b	12,17 ab	8,73 a
3	0,125 b	6,29 b	8,97 a	6,52 a

Pada **Tabel 1** menunjukkan hasil bahwa semakin banyak penambahan konsentrasi pektin, maka semakin tinggi ketebalan yang dihasilkan. Murdianto (2005) menyatakan bahwa perbedaan ketebalan dipengaruhi oleh komposisi formula bahan. Kuat regang putus juga semakin meningkat, hal ini menyebabkan semakin banyak interaksi hidrogen sehingga ikatan antar rantai semakin kuat dan membutuhkan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut (Setiani, 2013). Sedangkan berdasarkan sifatnya, sorbitol tidak bersifat volatil. Hal ini disebabkan berdasarkan molekulnya, gugus OH- pada sorbitol lebih banyak dibanding gliserol dalam kadar yang sama sehingga dimungkinkan terjadinya ikatan intermolekuler yang terbentuk juga semakin banyak.

Penjelasan ini memperkuat alasan kenapa *plasticizer* sorbitol dapat menghasilkan *edible film* dengan kuat regang tarik lebih besar (Donhowe dan Fennema, 1993). Pada pengujian laju transmisi uap air semakin banyak penambahan konsentrasi pektin yang ditambahkan maka semakin rendah laju transmisi uap air. Hal ini disebabkan karena dipengaruhi oleh adanya bahan penunjang seperti penambahan *plasticizer* sorbitol. Sorbitol memiliki kelebihan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekul sehingga baik untuk menghambat penguapan air dari produk, sebab larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer, dan sifat permeabilitas O<sub>2</sub> yang lebih rendah (Astuti, 2011). Dari berbagai macam perbedaan konsentrasi pektin yang ditambahkan dalam pembuatan *edible film* tersebut kemudian dipilih karakteristik fisik dan mekanik terbaik yaitu pada penambahan pektin sebanyak 3%,

kemudian akan dilanjutkan uji selanjutnya dalam pembuatan *edible film* pektin dengan inkorporasi minyak atsiri jahe emprit.

### 3. Karakteristik *Edible Film* Pektin dengan Inkorporasi Minyak Atsiri

Hasil analisis karakteristik *edible film* komposit pektin dan minyak atsiri dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Karakteristik *Edible Film* Pektin dan Inkorporasi Minyak Atsiri Jahe Emprit

Konsentrasi Minyak Atsiri (%)	Ketebalan (mm)	Kekuatan Regang Putus (MPa)	Persen Perpanjangan (%)	WVTR (g/jam.m <sup>2</sup> )
0,1	0,089 a	7,15 b	15,92 a	5,93 a
0,3	0,082 a	4,39 a	15,98 a	6,36 a
0,5	0,123 a	5,15 ab	21,73 b	6,02 a

Dari data yang dihasilkan menunjukkan bahwa selama penambahan minyak atsiri jahe emprit pada pembuatan *edible film* dapat diketahui adanya peningkatan sifat fisik, mekanik maupun *barrier* terhadap uap air pada film. Semakin banyak minyak atsiri yang ditambahkan ketebalan *edible film* pektin yang di inkorporasi menggunakan minyak atsiri juga semakin tinggi yaitu 0,123 mm. Hal ini didukung oleh Pramadita (2011) dan Friedman (2009) menyatakan bahwa penambahan minyak atsiri dalam jumlah yang banyak akan berpengaruh pada ketebalan *edible film*, sehingga dapat meningkatkan jumlah padatan. Kuat tarik menunjukkan semakin banyak penambahan konsentrasi minyak atsiri maka kuat tarik semakin rendah yaitu 5,153 Mpa. Hal ini didukung oleh Pramadita (2011) menyatakan bahwa minyak atsiri memberi struktur yang lebih rapuh terhadap matriks film, sehingga kekuatan untuk menahan kerusakan mekanis semakin rendah. Selain itu juga menurut Druca (2004) menyatakan bahwa kekuatan tarik sesuatu bahan timbul sebagai reaksi dari ikatan polimer antara atom-atom atau ikatan sekunder antar rantai polimer terhadap gaya luar yang diberikan. Persen perpanjangan menunjukkan adanya peningkatan hasil terhadap banyaknya minyak atsiri yang ditambahkan yaitu 21,73%. Laju transmisi uap air menunjukkan adanya kenaikan selama banyaknya penambahan minyak atsiri yang diberikan yaitu 6,02 g/jam.m<sup>2</sup>.

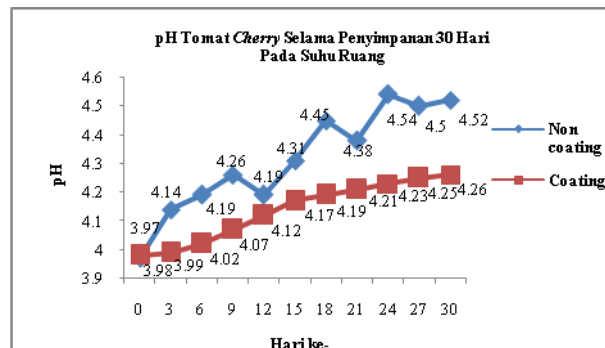
Adapun pemilihan hasil karakteristik *edible film* pektin yang di inkorporasi minyak atsiri jahe emprit menghasilkan karakteristik lebih baik yaitu dengan penambahan konsentrasi minyak atsiri sebanyak 0,1%. Dimana dengan penambahan konsentrasi 0,1% tersebut dengan ketebalan lebih rendah yaitu 0,089% dibanding *edible film* dari pektin saja tanpa penambahan minyak atsiri yaitu 0,125%, kuat regang putus lebih tinggi yaitu 7,149 Mpa dibanding *edible film* dari pektin saja tanpa penambahan minyak atsiri yaitu 6,291 Mpa, persen perpanjangan lebih tinggi yaitu 21,73% dibanding *edible film* dari pektin saja tanpa penambahan minyak atsiri yaitu 8,974% dan laju transmisi uap air lebih rendah yaitu 5,93 g/jam.m<sup>2</sup> dibanding *edible film* dari pektin saja tanpa penambahan minyak atsiri yaitu 6,523 g/jam.m<sup>2</sup>. Maka dari itu, hasil perbandingan tersebut dapat dipilih *edible film* dari pektin kulit pisang raja bulu dengan inkorporasi minyak atsiri jahe emprit dengan konsentrasi pektin sebanyak 3% dan minyak atsiri sebanyak 0,1%, untuk dijadikan tahap selanjutnya yaitu aplikasi *edible coating* terhadap pengaruh pH dan total mikroba pada tomat *cherry* selama penyimpanan.

### 4. Aplikasi *Edible Coating* dari Pektin dengan Inkorporasi Minyak Atsiri Jahe Emprit Pada Tomat *Cherry* Selama Penyimpanan

#### 1. Derajat Keasaman pH

Nilai derajat keasaman (pH) tomat *cherry* selama penyimpanan, dapat dilihat pada **Gambar 4.1**. Pada penelitian ini dilakukan uji pH selama penyimpanan untuk mengetahui daya simpan buah tomat *cherry* hingga rentang batas

penerimaan konsumen baik dari perlakuan *coating* maupun *non coating*. Sebab selama penyimpanan buah tomat *cherry* masih mengalami proses pernafasan (respirasi) disertai aktivitas enzim yang masih berperan seikit demi sedikit sampai lajunya mendekati nol. Penurunan ini merupakan gambaran terjadinya kerusakan (denaturasi) enzim (Pantastico dkk, 1986).



**Gambar 1.** Grafik pH Tomat *Cherry* Selama Penyimpanan

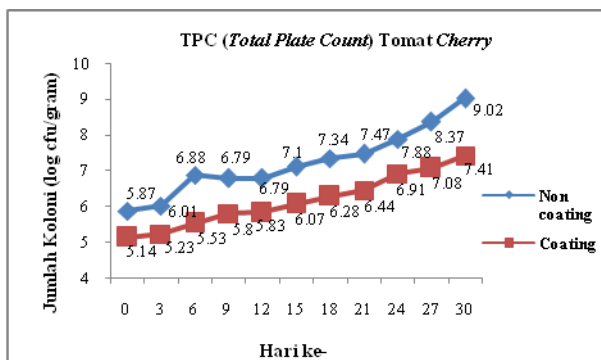
Pada **Gambar 1** dapat dilihat bahwa tomat *cherry* mengalami perubahan kenaikan pH baik pada perlakuan *coating* maupun *non coating*, namun hanya saja pada perlakuan *non coating* lebih cepat mengalami perubahan kenaikan pH pada buah tomat *cherry*. Hal ini disebabkan karena pelapisan *coating* mampu menghambat kerja respirasi kenaikan produksi CO<sub>2</sub>, sehingga asam-asam organik dalam buah tidak mengalami penguraian secara cepat dalam kondisi aerob. Selain itu menggunakan pelapisan *coating* yang tersusun dari beberapa bahan baku berupa polisakarida yang membentuk lapisan tipis berupa film memberikan sifat semi *permeable* untuk menjaga equilibrium internal gas yang terlibat dalam respirasi aerobik dan anaerobik, sehingga menghambat senescence (Pavlath dan Orts, 2009). Pada perlakuan *non coating* menunjukkan bahwa tomat *cherry* mengalami perubahan kenaikan pH secara cepat. Hal ini dikarenakan bahwa tomat *cherry* memiliki kulit permukaan yang sangat tipis sehingga sebagian stomata (pori-pori) buah dengan mudah mengalami permeabilitas yang tinggi dengan adanya difusi bebas dari udara luar ke jaringan dalam untuk memproduksi CO<sub>2</sub>, sehingga laju transpirasi meningkat yang kemudian asam-asam organik mengalami penguraian secara cepat dalam kondisi aerob.

Perubahan pH disebabkan oleh adanya perubahan kandungan asam-asam organik yang terkandung di dalam tomat. Pertumbuhan kadar asam organik terjadi saat buah matang dan selanjutnya pH buah akan naik. Pada saat pertumbuhan, pematangan buah akan diikuti dengan peningkatan kadar gula sederhana, sehingga buah akan terasa manis. Hal ini disebabkan terjadinya penurunan asam organik. Nilai pH pada buah berkaitan dengan asam organik yang terkandung didalamnya. Penurunan keasaman ditandai dengan kenaikan nilai pH. Nilai pH yang rendah berarti asam-asam organik yang terdapat di dalam buah masih dalam keadaan baik. Kenaikan nilai pH ini disebabkan oleh menurunnya pembentukan asam-asam dan penurunan kandungan asam organik selama penyimpanan. Perubahan keasaman tomat berbeda tergantung pada tingkat kematangan dan suhu penyimpanan (Winarno dan Aman, 1981). Hal ini sesuai dengan penemuan-penemuan Sakiyama (1966) pada buah tomat, jumlah asam sitrat dan malat dalam buah tomat kira-kira sebesar 60% jumlah asam keseluruhan dan perbandingan antara asam malat dan asam sitrat berkurang pada pemasakan buah. Sekali lagi, hal ini melibatkan perubahan asam malat pada buah matang menjadi asam sitrat. Telah ditemukan bahwa asam

malatlah yang hilang pertama kali kemudian disusul oleh asam sitrat, yang memberi petunjuk bahwa adanya kemungkinan katabolisme asam sitrat melalui asam malat. Selain itu Leley dkk (1943) melaporkan bahwa selama pematangan buah juga mengalami perubahan zat pati seluruhnya yang terhidrolisis membentuk sukrosa, glukosa dan fruktosa. Pada pematangan tersebut biasanya meningkatkan jumlah gula-gula sederhana, penurunan asam-asam organik dan senyawa-senyawa fenolik yang mengurangi rasa sepet dan masam, serta kenaikan zat-zat atsiri yang memberi flavor khas pada buah (Pantastico dkk, 1989).

## 2. Total Plate Count (TPC)

Keuntungan penambahan bahan aktif antimikroba ke dalam *edible coating* adalah meningkatkan daya simpan. Selain itu, sifat penghalang yang berasal dari lapisan film yang diperkuat dengan komponen aktif antimikroba dapat menghambat bakteri pembusuk dan mengurangi risiko kesehatan. Penggunaan bahan antimikroba dari bahan alami juga lebih aman dibanding bahan antimikroba sintetis. Penggunaan bahan antimikroba yang diaplikasikan secara langsung pada permukaan buah akan dinetralkan oleh komponen yang ada dalam buah (Rojas Grau dkk, 2009). Nilai *Total Plate Count* (TPC) tomat *cherry* selama penyimpanan, dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Grafik *Total Plate Count* Tomat *Cherry* Selama Penyimpanan

Berdasarkan **Gambar 2** menunjukkan bahwa mikroba mengalami peningkatan selama waktu penyimpanan. Nilai TPC pada sampel tomat *cherry* dengan perlakuan *coating* berkisar 5,14-7,41 log cfu/gram. Sedangkan, nilai TPC pada sampel tomat *cherry* dengan perlakuan *non coating edible film* komposit dari pektin dan minyak atsiri berkisar 5,87-9,02 log cfu/gram. Berdasarkan hasil statistik dengan menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (sig.  $\alpha = 0,05$ ) menunjukkan nilai TPC antar perlakuan dan antar lama penyimpanan berbeda nyata ( $\alpha > 0,05$ ). Dari kedua perlakuan tersebut menunjukkan bahwa perlakuan *coating* dengan penambahan minyak atsiri jahe emprit lebih baik dalam menghambat kerusakan mikrobiologis daripada perlakuan *non coating* pada tomat *cherry*. Pada penelitian ini memilih penambahan bahan antimikroba berupa minyak atsiri jahe emprit. Sebab kandungan senyawa metabolit sekunder pada tanaman jahe-jahean terutama dari golongan flavanoid, fenol, terpenoid dan minyak atsiri umumnya dapat menghambat pertumbuhan patogen yang merugikan diantaranya bakteri *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, jamur *Neurospora sp.*, *Rhizopus sp.* dan *Penicillium sp* (Nursal dkk, 2006). Mulyani (2010) menyatakan bahwa ekstrak segar rimpang jahe-jahean mengandung beberapa komponen minyak atsiri yang tersusun dari  $\alpha$ -pinena, kamfena, kariofilena,  $\beta$ -pinena,  $\alpha$ -farnesena,

sineol, isokariofilena, kariofilena-oksida, dan germakron yang dapat menghasilkan antimikroba untuk menghambat pertumbuhan mikroba.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan pada tomat *cherry* yang dilapisi oleh *edible coating* komposit pektin dan minyak atsiri memiliki total mikroba yang lebih rendah yaitu  $2,5 \times 10^7$  dibandingkan tanpa pelapisan *edible coating*  $1,0 \times 10^9$  setelah penyimpanan 30 hari. Hal ini didukung oleh Aprilia (2010) yang menyatakan bahwa ekstrak rimpang jahe mengandung senyawa gingerol, gingerdiol dan zingerone yang memiliki efek anti jamur dengan spektrum luas. Itulah sebabnya jahe emprit mampu menghambat pertumbuhan mikroba khususnya terhadap jamur. Gingerol dan zingerone termasuk kandungan kimia dari senyawa fenolik (Wulandari, 2010). Senyawa turunan fenol ini akan berinteraksi dengan sel bakteri melalui proses adsorpsi dengan melibatkan ikatan hidrogen. Fenol pada kadar rendah berinteraksi dengan protein membentuk kompleks protein fenol. Ikatan antara protein dan fenol adalah ikatan yang lemah dan segera mengalami peruraian. Fenol yang bebas, akan berpenetrasi ke dalam sel, menyebabkan pengendapan dan denaturasi protein. Pada kadar tinggi fenol menyebabkan koagulasi protein sehingga membran sel mengalami lisis pada sel jamur. Rusaknya membran sel bakteri, akan mengganggu proses transport nutrisi, sehingga sel akan mengalami kekurangan nutrisi yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan. Senyawa fenol juga dapat merusak membran sel sehingga terjadi perubahan permeabilitas sel yang dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan sel atau matinya sel (Pelczar dan Chan, 2005). Mekanisme aksinya melalui gugus hidroksi yang akan berikatan dengan gugus sulfidril dari protein fungsi sehingga mampu mengubah konformasi protein membran sel target (Cowan, 1999).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses ekstraksi pektin dari kulit pisang raja bulu menghasilkan rendemen sebanyak 10,52%, kadar air 10,37%, kadar abu 9,49%, berat ekuivalen 1539, kadar metoksil 1,96%, kadar galakturonat 89,15%, derajat esterifikasi 12,48%. Kadar air, kadar abu, berat ekuivalen, kadar asam galakturonat, kadar metoksil dan derajat esterifikasi sudah memenuhi standar mutu pektin komersial yang ditetapkan oleh EU, WHO, FDA, IPPA dan FCC.
2. Proses pembuatan *edible film* terbaik adalah dengan perlakuan konsentrasi pektin sebanyak 3%. *Edible film* yang memiliki ketebalan 0,125 mm, kekuatan regang putus 6,291 MPa, persen perpanjangan 8,974%, laju transmisi uap air 6,523 (g/jam.m<sup>2</sup>/hari). Formula ini kemudian dipakai untuk *edible film* komposit pektin dan minyak atsiri.
3. Proses pembuatan *edible film* terbaik adalah dengan perlakuan konsentrasi minyak atsiri sebanyak 0,1%. *Edible film* yang dihasilkan memiliki ketebalan 0,089 mm, kekuatan regang putus 7,149 MPa, persen perpanjangan 15,92%, laju transmisi uap air 5,93 g/jam.m<sup>2</sup>/hari. Formula ini kemudian dipakai untuk *edible coating* pada aplikasi buah tomat *cherry*, sebab memiliki kuat regang putus dan persen perpanjangan lebih tinggi dibanding *edible film* tanpa penambahan minyak atsiri jahe emprit yaitu (6,91Mpa menjadi 7,149Mpa dan 8,974% menjadi 15,92%) dan memiliki laju transmisi uap air lebih rendah daripada *edible film* tanpa penambahan minyak atsiri jahe emprit yaitu (6,523 g/jam.m<sup>2</sup>/hari menjadi 5,93 g/jam.m<sup>2</sup>/hari).
4. Aplikasi *edible coating* dari pektin dengan inkorporasi minyak atsiri pada tomat *cherry* lebih menghambat

kenaikan pH daripada tomat *cherry* tanpa *coating*. Aplikasi *ediblecoating* komposit dari pektin dan minyak atsiri pada tomat *cherry* lebih menghambat pertumbuhan total mikroba daripada tomat *cherry* tanpa *coating*.

## B. SARAN

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian Pembuatan *Edible Film* Dari Pektin Kulit Pisang Raja Bulu (*Musa sapientum* var *Paradisiaca* baker) dengan Penambahan Minyak Atsiri Jahe Emprit (*Zingiber officinalis* var. *Amarum*) dan Aplikasinya Pada Tomat *Cherry* (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*), antara lain sebagai berikut :

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap penambahan senyawa *antimicrobial* atau *active compounds* lainnya untuk penelitian sejenis.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut variasi jenis dan konsentrasi bahan komposit lainnya.
3. Perlu adanya analisa terhadap aplikasi produk lainnya untuk penelitian sejenis.
4. Perlu adanya analisa tentang kelayakan dari penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar potensi produksi pektin dalam pembuatan *edible film* yang dapat dikembangkan dalam bidang industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2003. *FAOSTAT Statistics Database*, Agriculture. Rome, Italy.
- Akili Muhammad Sudirman, Usman Ahmad, dan Nugraha Edhi Suyatma. 2012. *Karakteristik Edible Film Dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang*. Jurnal Keteknik Pertanian Vol. 26, No. 1.
- Anugrahati N.A. 2003. *Sifat-Sifat Composite Edible Film dari Pektin Albedo Semangka (Citrullus Vulgaris Schard.) dan Tapioka*. Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan Vol.1.
- Aprilia, F. 2010. *Efektifitas Ekstrak Jahe (Zingiber officinale Rosc.) 3,13% dibandingkan Ketokonazol 2% Terhadap Pertumbuhan Malassezia sp. pada Ketombe*. Artikel Ilmiah. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Astuti, A. W. 2011. *PKM Pembuatan Edible Film Dari Semirefine Carrageenan* (Kajian Konsentrasi Tepung SRC dan Sorbitol).
- Cowan. M.M., 1999. *Plant Products as Antimicrobial Agents*. Clinical Microbiology Review. Oct. 1999. 564-582
- Donhowe, L.G., Fennema, O. 1993. The effects of plasticizer on crystallinity, permeability, and mechanical properties of methylcellulose films. J. Food Process. Pres., 17, pp. 247-257.
- Druchta, J.M. and Catherine D. J. 2004. *An Update On Edible Films*. Food Technology, Vol 51, No 2 Pp 60, 62-63.
- Friedman, et al., 2009. *Cinnamaldehyde Content In Foods Determined By Gas Chromatography-Mass Spectrometry*. J Agric Food Chem 48 (11):5702-9.
- Gennadios. 2002. *Protein Based Film and Coatings*. Florida : CRC Press
- Glincksmann., 1969. *Gum Technology in The Food Industry*. Academic Press. New York.
- Hanum Farida, Martha Angelina Tarigan, Irza Menka Deviliyana. 2012. *Ekstraksi Pektin Dari Kulit Buah Pisang Raja (Musa Sapientum)*. Jurnal Teknik Kimia Usu, Vol. 1, No. 2.
- Hariyati M.N. 2006. *Ekstraksi Dan Karakterisasi Pektin Dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (Citrus Nobilis Var Microcarpa)*. [Skripsi] Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hartuti. 2006. *Penanganan Segar Pada Penyimpanan Tomat Dengan Pelapisan Lilin Untuk Memperpanjang Masa Simpan*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Iptek Hortikultura No. 2
- IPPA (International Pectins Procedures Association). 2001. *What is Pectin*. [http://www.ippa.info/history\\_of\\_pektin.htm](http://www.ippa.info/history_of_pektin.htm).
- Kismaryanti A. 2007. *Aplikasi Aplikasi Gel Lidah Buaya (Aloe vera L.) sebagai Edible Coating pada Pengawetan Tomat (Lycopersicon esculentum Mill.)*. [Skripsi]. Departemen Ilmud an Teknologi Pangan, Fateta, IPB. Bogor.
- Krochta, J. M. 2002. Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. Di dalam: A. Gennadios (Ed.). Protein-Based Films and Coatings, pp. 1-41. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Layuk, P. Djagal. W.M. dan Haryadi. 2002. *Karakterisasi Komposit Film Edible Pektin Daging Buah Pala (Myristica Fragrans Houtt) dan Tapioka*. Jurnal Teknol. Dan Industri Pangan, Vol XIII, No. 2.
- Leley, V.K., Narayana, N., Dan Darji, J A. 1943. *Biochemical Studies In The Growth and Ripening of The 'Alphonso' Mango*, Ind. J. Agric. Sci. 13, 291.
- Meilina Hestis. 2003. *Produksi Pektin dari Kulit Jeruk Lemon (Citrus Medica)*. [Tesis] Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Miskiyah, Widaningrum, dan C. Winarti. 2011. *Aplikasi Edible Coating Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Vitamin C Pada Parika: Preferensi Konsumen dan Mutu Mikrobiologi*. J. Hort. 21 (1): 68-76.
- Mulyani, S. 2010. *Komponen dan Antibakteri dari Fraksi Kristal Minyak Zingiber Zerumbet*. Majalah Farmasi Indonesia. Fakultas farmasi UGM.
- Murdianto Wiwit. 2005. *Sifat Fisik Dan Mekanik Edible Film Dari Ekstrak Daun Janggolan (Mesona Palustris BI)*. Jurnal Teknologi Pertanian, 1(1): 8-13
- Nursal, W., Sri dan Wilda S. 2006. *Bioaktivitas Jahe (Zingiber Officinale Roxb.) Dalam Menghambat Pertumbuhan Koloni Bakteri Escherchia Coli Dan Bacillus Subtilis*. Jurnal biogenesis 2(2): 64-66.
- Pantastico Er. B., A.K. Matto, T. Murata Dan K. Ogata. 1986. *Kerusakan-kerusakan Karena Pendinginan*. Dalam: Er.B. Pantastico (Ed). *Fisiologi Pascapanen Penanganan dan Pemanfaatan Buah – Buahandan Sayur-Sayuran Tropika Dan Subtropika*. Terjemahan. Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Pavlati, A. E. dan Orts, W. 2009. *Edible Films And Coatings: Why, What, And How?* Di dalam: Milda E. Embuscado dan Kerry C. Huber (Ed.). *Edible Films and Coatings for Food Applications*, pp. 1-24. New York: Springer.
- Pelczar dan Chan. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. diterjemahkan oleh Ratna Siri Hadioetomo. Teja Imas. S. Sutami. Sri Lestari. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Pramadita Rissa Citraning, dan Aji Sutrisno. 2011. *Karakterisasi Edible Film dari Tepung Porang (Amorphophallus oncophyllus) dengan penambahan Minyak Atsiri Kayu Manis (Cinnamon Burmani) sebagai Antibakteri*. Staf Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Ridawati, Alsuhehndra, Indah Sukma Wardhini. 2005. *Microbiological And Sensory Quality of Beef Rollade Coating With Modified Canna Edulis Starch Edible Film Incorporated With Cumin (Cuminum Cuminum) Oil*. Fak. Teknik Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Rouse, A.H., 1977. *Pectin: Distribution, Significance*. Di dalam Nagy, S., P. E. Shaw dan M.K. Veldhuis (eds). *Citrus Science and Technology Volume 1*. The AVI Publishing Company Inc, Westport, Connecticut.

- Sakiyama, R. 1966. *Changes In Acid Contents of Tomato Fruits During Development*. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 35-36.
- Setiani Wini, Tety Sudiarti, Lena Rahmidar. 2013. *Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan*. Valensi Vol. 3 No. 2, November 2013 (100-109).
- Sulihono, A. Benyamin. T. Dan Tuti E.A. 2012. *Pengaruh Waktu, Temperatur, dan Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi Pektin dari Kulit Jeruk Bali (Citrus Maxima)*. Jurnal Teknik Kimia No. 4, Vol. 18.
- Suppakul, P., 2006. *Plasticizer and Relative Humidity Effects on Mechanical Properties of Cassava Flour Films*. Department of Packaging Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Susila Anas Dinurrohman, Santi Suarni, Heri Pramono, Okpi Aksari. 2011. *Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh Pada Budidaya Tomat Cherry (Lycopersicon esculentum Var. Cerasiforme) Secara Hidroponik*. Prosiding Seminar Nasional PERHORTI. Lembang.
- Taqi Amal, Kasim Abass Askar, Lucia Mutiha and Ioan Stamatina. 2013. *Effect of Laurus nobilis L. oil, Nigella sativa L. oil and oleic acid on the antimicrobial and physical properties of subsistence agriculture: the case of cassava/pectin based edible films*. Food and Agricultural Immunology Vol. 24, No. 2, 241\_254
- Ulfiah. 2013. *Pencirian Edible Film Tepung Tapioka Terplastisasi Gliserol Dengan Penambahan Natrium Alginat*. [Skripsi] Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winarno, F.G dan M. Aman. 1981. *Fisiologi Lepas Panen*. Sastra Budaya. Jakarta.
- Winarno, F.G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. M Brio Press. Jakarta.
- Wulandari, Y. M. 2011. *Karakteristik Minyak atsiri Beberapa Varietas Jahe (Zingiber officinale) Teknologi Pertanian*. Jurnal Kimia dan Teknologi.