

## **PENGUNAAN MINYAK ATSIRI KEMANGI UNTUK KEMASAN *EDIBLE* ANTIMIKROBA DAN APLIKASINYA PADA DODOL LIDAH BUAYA**

*(The Utilization of *Ocimum sanctum* L. Essential Oil for Antimicrobial Edible Packaging and Its Application for Aloe Vera Dodol)*

**Pramono Putro Utomo dan Hidayati**

Baristand Industri Pontianak, Jl. Budi Utomo No. 41 Pontianak - Indonesia

Email : pramonopu@gmail.com

Naskah diterima tanggal 5 Juni 2013 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 16 September 2013

**ABSTRAK.** Mikroorganisme memegang peranan penting dalam proses kerusakan makanan tidak terkecuali pada makanan semi basah (*intermediate moisture food*). Dodol lidah buaya merupakan salah satu makanan semi basah khas Kalbar yang mudah rusak akibat tingginya aktivitas mikroorganisme. Proses kerusakan makanan tersebut dapat dihambat dengan penggunaan kemasan aktif berupa kemasan antimikroba yang dapat dimakan (*antimicrobial edible packaging*). Pembuatan lapisan kemasan yang dapat dimakan (*edible coating*) dapat memanfaatkan pektin yang diambil dari limbah kulit durian yang melimpah ketersediannya di Kalbar. Sedangkan sebagai bahan antimikroba dapat menggunakan antimikroba alami salah satunya adalah minyak atsiri kemangi (*Ocimum sanctum* L.). Tujuan penelitian ini yaitu memperlama masa simpan produk dodol lidah buaya dengan menggunakan kemasan antimikroba yang dapat dimakan. Penelitian ini dilakukan melalui empat tahapan, yaitu ekstraksi pektin dari limbah kulit durian, destilasi minyak atsiri kemangi, uji daya hambat minyak atsiri kemangi terhadap jamur *Aspergillus flavus* dan pembuatan edible coating yang diinkorporasi dengan minyak atsiri kemangi. Hasil ekstraksi pektin dari kulit durian pada pH 4,5 diperoleh persentase hasil (*yield*) sebesar 5,9% dengan warna bening (*colourless*). Konsentrasi minyak atsiri kemangi sebesar 0,6% pada edible coating mampu menghambat pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus* dan mampu memperlama masa simpan dodol lidah buaya.

**Kata kunci:** dodol lidah buaya, kemasan antimikroba yang dapat dimakan, minyak atsiri kemangi

**ABSTRACT.** *Aloe vera dodol* is a traditional food of West Kalimantan that has short shelf life because of its microbial activity. Antimicrobial edible packaging could be used to maintain the quality of packaged food product actively. The purpose of this study is to prolong the shelf life of food products using antimicrobial edible packaging from durian peel and basil (*Ocimum sanctum* L.) essential oil. The research was conducted through 4 phases, i.e. the extraction of pectin from durian peel, basil essential oil distillation, *Aspergillus flavus* inhibition assay, and antimicrobial edible coating production incorporated with *Ocimum sanctum* L. essential oil. The results showed that pectin extracted from durian peel at pH 4.5 could give yield of 5.9% with a clear coat (*Colourless*). The concentration of *Ocimum sanctum* L. essential oil by 0.6% could inhibit the growth of *Aspergillus flavus* and prolong the shelf life when applied as an antimicrobial ingredient in edible coating.

**Keywords:** *aloe vera dodol*, antimicrobial edible packaging, *Ocimum sanctum* L. essential oil

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya pola hidup masyarakat yang konsumtif ikut meningkatkan inovasi dalam pembuatan kemasan yang lebih baik salah satunya adalah dengan dikembangkannya kemasan *edible*, suatu kemasan yang berfungsi untuk mengemas, melindungi pangan dan dapat menampilkan produk pangan karena bersifat transparan, serta dapat langsung dimakan bersama produk yang dikemas karena terbuat dari bahan pangan tertentu.

Kemasan *edible* dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu yang berfungsi sebagai pelapis (*edible coating*) dan yang berbentuk lembaran (*edible film*). *Edible coating* banyak digunakan untuk pelapis produk daging beku, makanan semi basah (*intermediate moisture foods*), produk konfeksionari (permen), ayam beku, produk hasil laut, sosis, buah-buahan dan obat-obatan terutama untuk pelapis kapsul (Krochta *et. al.*, 1994).

Untuk menunjang perannya sebagai pembungkus yang dapat mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan pada bahan pangan, maka kemasan *edible* dikembangkan menjadi kemasan aktif. Kemasan aktif adalah kemasan yang memiliki kemampuan aktif untuk mempertahankan mutu produk yang dikemas. Pengemasan aktif biasanya mempunyai bahan penyerap O<sub>2</sub>, penambah O<sub>2</sub>, *ethanol emitters*, penyerap etilen, penyerap air, bahan antimikroba, bahan penyerap dan yang dapat mengeluarkan aroma/flavor serta pelindung cahaya (Ridawati *et. al.*, 2011).

Perkembangan penelitian tentang kemasan *edible* dan aplikasinya pada produk pangan kini cukup baik. Berbagai macam penelitian telah dilakukan diantaranya dengan memanfaatkan berbagai jenis hidrokoloid maupun komponen hidrokoloid yang diperoleh dari limbah pertanian sebagai pengganti bahan dasar pembuatan kemasan *edible* (Novita, 2011). Selain itu juga ditemukan penggunaan berbagai bahan antimikroba sintetik maupun alami salah satunya adalah

minyak atsiri dari berbagai jenis tanaman (Mawaddah, 2008).

Penggunaan hidrokoloid ditemukan pada pembuatan *edible coating* berupa pektin dengan konsentrasi 4-6% sebagai bahan pelapis buah tomat (Meilina dkk., 2006). Penggunaan jenis hidrokoloid lain yaitu pati sagu diikuti dengan penambahan vitamin C sebagai komponen antimikroba yang diketahui dapat menekan pertumbuhan mikroba (Miskiah dkk., 2011). Selain itu juga ditemukan penggunaan pati ubi jalar yang ditambah minyak atsiri origanum (*Thymus capitatus*) yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli* O157:H7, dan *Listeria monocytogenes* (Ehivet *et. al.*, 2011). Penggunaan jenis hidrokoloid lain juga dijumpai berupa *whey* protein sebagai dasar pembuatan *edible film* dan diikuti dengan penambahan antimikroba berupa asam organik yang efektif untuk menghambat pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp (Manab *et. al.*, 2011).

Penggunaan bahan antimikroba berupa minyak atsiri pada formulasi kemasan *edible* yang pernah dilakukan diantaranya penggunaan minyak atsiri cengkeh, sirih, basil (*Ocimum basilicum* L.) dan origanum (*Thymus capitatus*). Penggunaan minyak atsiri basil pada kemasan dengan konsentrasi 0,6% (v/v) menunjukkan penghambatan terbesar terhadap pertumbuhan *F. moniliform* (100%), *F. proliferatum* (49,6%) dan *P. grisea* (100%) dan pada konsentrasi 2,0% (v/v) menunjukkan penghambatan pada *B. oryzae* (97,40%), *A. brassicicola* (94,62%) dan *A. flavus* (59,25%) (Piyo *et. al.*, 2009).

Pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan kemasan *edible* dari pektin kulit durian yang diinkorporasi dengan minyak atsiri kemangi (*Ocimum sanctum* L.). Selanjutnya kemasan *edible* tersebut akan diaplikasikan pada produk dodol lidah buaya yang merupakan makanan khas kalbar yang mudah rusak oleh mikroba untuk dilihat ketahanan simpan dan sifat organoleptiknya. Pengembangan

kemasan *edible* diharapkan mampu memperlama umur simpan dodol lidah buaya serta dapat diterima secara organoleptik oleh panelis.

## 2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah kulit durian, daun kemangi, gliserol, HCl 5%, HCL pekat, NaHCO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, aseton, etanol 96%. Peralatan yang digunakan adalah rangkaian alat ekstraksi pektin, alat destilasi minyak atsiri, *hotplate stirrer*, *grinder*, *autoclave*, *incubator* dan peralatan gelas.

Penelitian dilakukan dengan mengekstraksi pektin dari kulit durian sedangkan minyak atsiri kemangi diekstrak dari daun kemangi menggunakan alat destilasi minyak atsiri. Penelitian pembuatan *edible coating* menggunakan tambahan minyak atsiri dengan konsentrasi penghambatan terbaik hasil pengujian daya hambat mikroba.

### Ekstraksi Pektin

Kulit buah durian dibersihkan dari kotoran kemudian dihancurkan menggunakan blender dengan menambahkan larutan alkohol 96% (1:2) sehingga dihasilkan bubur kulit durian. Bubur yang telah didiamkan selama 30 menit ditambahkan larutan HCl 5% dengan pH 2,9 sehingga dihasilkan bubur asam. Bubur asam dipanaskan pada suhu 95°C sambil diaduk selama 2 jam kemudian disaring menggunakan saringan penghisap untuk memisahkan filtratnya yang disebut filtrat pektin. Filtrat pektin dipanaskan pada suhu 95-97°C sambil diaduk sampai volumenya setengah volume awal yang disebut filtrat pekat untuk kemudian didinginkan. Penyiapan larutan pengendap dilakukan dengan melarutkan alkohol 96% yang diasamkan dengan menambahkan 2 ml HCl pekat. Filtrat pekat ditambah alkohol asam dan diaduk sampai rata, setiap 1 liter filtrat pekat ditambahkan 1,5 liter alkohol asam. Filtrat didiamkan selama 10-14 jam. Endapan pektin yang terbentuk dipisahkan dari filtratnya dengan saringan penghisap dan disebut pektin asam. Pektin asam dicuci dengan alkohol 96% dan disaring. Pengerjaan pencucian

dilakukan hingga pektin tidak asam yang diindikasikan tidak berwarna merah bila ditambah indikator PP (phenolphthalein). Pektin dikeringkan pada suhu 30-40°C selama 6-10 jam hingga dihasilkan pektin kering (Akhmaluddin dan Kurniawan, 2009).

### Pengujian Anti Jamur

Media PDA (*Potato Dextose Agar*) disiapkan dan dibagi menjadi 6 botol (masing-masing 60 ml). Setiap botol diberi minyak atsiri kemangi sebanyak 0, 0,4, 0,6 dan 0,8%. Agar minyak atsiri yang digunakan dapat bercampur dengan media, ditambahkan pensuspensi larutan *Carboxymethyl cellulose* (CMC) sebanyak 0,5%. Campuran CMC, PDA dan Minyak atsiri kemangi disterilkan menggunakan *autoclave*. Campuran media dituangkan pada cawan petri dan dilakukan duplo. Pada masing-masing cawan petri diberi 0,1 cc suspensi jamur *Aspergillus flavus* dan diinkubasi pada suhu 37°C untuk kemudian pertumbuhan jamur diamati setelah 2 hari inkubasi (Dewi, 2008).

### Pembuatan Larutan Edible

Pembuatan larutan edible berdasarkan Ridawati, dkk., (2011) yang dimodifikasi yaitu pektin (5%) dilarutkan dalam akuades dan diaduk selama 5 menit kemudian ditambahkan gliserol (4% b/v) dan minyak atsiri kemudian diaduk selama 1 menit. Asam sitrat 5% ditambahkan untuk mengatur hingga pH menjadi 6. Setelah itu ditambahkan asam stearat (0,25% b/v) dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 15 menit. Setelah pendinginan hingga suhu 30°C dilakukan *degassing* dengan tekanan 600-650 mmHg selama 30 menit sehingga dihasilkan larutan *edible*.

### Pengujian Efektifitas Larutan Coating terhadap Penghambatan Mikroba

Larutan *coating* diteteskan sebanyak beberapa tetes pada sebuah plat agar PDA yang telah diinokulasikan biakan mikroba kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Apabila larutan *coating* efektif, maka akan terdapat area

yang bebas pertumbuhan mikroba di daerah yang ditetesi (Chung *et.al.*, 1990)

### Pelapisan Produk Makanan Semi Basah

Teknik pelapisan menggunakan metode pencelupan. Dodol lidah buaya yang merupakan salah satu jenis produk makanan semi basah (*intermediate moisture food*) dicelupkan ke dalam larutan *edible*. Setelah pencelupan, kelebihan mantel dialirkan ke produk lain dan produk yang sudah dilapisi dikeringkan (Miskiah, dkk., 2011).

### Uji Organoleptik dan Daya Simpan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh *coating* terhadap penampakan keseluruhan, rasa, aroma, dan tekstur dodol lidah buaya yang disimpan mulai dari minggu pertama hingga minggu ke delapan. Produk dibandingkan dengan kenampakan, rasa, aroma dan tekstur dodol yang tidak di-*coating*. Karakteristik ditulis secara deskriptif menurut parameter penampakan, rasa, aroma, dan tekstur (Soekarto, 1985).

### Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi pH, warna, dan yield rata-rata pektin; jumlah koloni *Aspergillus flavus* pada pengujian daya anti jamur; penampakan, rasa, aroma dan tekstur dodol yang di-*coating* dan tanpa *coating*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekstraksi Pektin

Hasil ekstraksi pektin dari kulit durian dapat dilihat pada pH 4,5 diperoleh %yield (hasil) sebesar 5,9% dan tidak berwarna (*colourless*). Warna pada pektin adalah hal yang penting karena mempengaruhi penampilan gel yang dihasilkan. Warna yang cerah memiliki sedikit pengaruh pada penampilan akhir dari suatu produk makanan dan akan lebih disukai. Pada penelitian ini, warna pektin dari kulit durian adalah tidak berwarna sehingga dapat disimpulkan bahwa dari segi warna pektin kulit durian memiliki kualitas yang baik.

Yield pektin dari kulit durian relatif rendah bila dibandingkan dengan apel dan

jeruk. Sumber dengan hasil di atas 10%, ditambah dengan kelas jelly yang baik, biasanya dianggap komersial sehingga bila dibandingkan dengan hasil ekstraksi pektin dari kulit durian maka kulit durian belum layak dijadikan sumber pektin secara komersial karena hasil pektin yang rendah (Mohamed, 1995).

### Daya Anti Jamur Minyak Atsiri Kemangi terhadap *Aspergillus flavus*

Hasil uji daya anti jamur minyak atsiri kemangi terhadap jamur *A. flavus* dapat dilihat pada Tabel 1. Minyak atsiri yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dengan cara distilasi uap dengan rendemen sebesar 0,8% (v/w<sub>(db)</sub>). Minyak atsiri yang diperoleh mempunyai warna kuning jernih dan memiliki aroma khas daun kemangi.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa konsentrasi terendah minyak atsiri kemangi yang menghambat pertumbuhan *A. flavus* adalah 0,6% dimana tidak terdapat koloni jamur setelah 48 jam inokulasi. Hal ini menunjukkan minyak atsiri daun kemangi mempunyai aktivitas anti jamur terhadap *A. flavus* yang merupakan salah satu jamur yang ditemukan pada makanan semi basah yang telah mengalami kerusakan. Pada konsentrasi terkecil yaitu 0,4% didapatkan pertumbuhan koloni *A. flavus* sedangkan pada konsentrasi 0,6% tidak didapatkan pertumbuhan koloni. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 0,6% merupakan dosis yang menunjukkan aktivitas 100%. Hasil diatas menunjukkan bahwa minyak atsiri daun kemangi dimungkinkan mengandung senyawa yang mempunyai aktivitas anti jamur.

Tabel 1. Hasil uji daya anti jamur minyak atsiri kemangi terhadap jamur *A. flavus*

Konsentrasi Minyak Atsiri Kemangi (%)	Jumlah Koloni
0	4
0,4	4
0,6	0
0,8	0

Terdapat banyak variasi komposisi minyak atsiri dari golongan *Ocimum* berfungsi sebagai bahan antimikroba diantaranya turunan allyl-phenol seperti methyl chavicol (estragole), eugenol, dan metil eugenol serta linalool, yang merupakan alkohol monoterpene (Suppakul *et. al.*, 2003). Dari beberapa senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri, yang diperkirakan mempunyai aktivitas terhadap *A. flavus* adalah eugenol.

Eugenol memiliki efek penghambatan terhadap *A. flavus*, *L. acidophilus* dan *S. cerevisiae*. Eugenol merupakan senyawa golongan fenol yang juga mempunyai efek sebagai antiseptik (Meena *et. al.*, 1994). Mekanisme kerja eugenol sebagai anti jamur belum diketahui namun beberapa obat anti jamur mempunyai mekanisme sebagai berikut: (1) Terikat dengan ergosterol pada membran sel jamur yang akan mengganggu proses transport sehingga makromolekul dan ion-ion dalam sel hilang dan menyebabkan kehancuran yang *irreversibel*. (2) Menghambat enzim skualen epoksidase dan menurunkan sintesis ergosterol. (3) Menghambat biosintesis lipid jamur, terutama ergosterol pada membran sel. (4) Menghambat timidilat sintase dan sintesis DNA. (5)

Mempengaruhi fungsi mikrotubulus atau sintesis asam nukleat dan polimerisasi, penghambatan sintesis dinding sel hifa dan penghambatan mitosis (Dewi, 2008).

Terdapat gambaran hubungan antara bioaktivitas dan komposisi kimia komersial minyak atsiri. Mereka melaporkan bahwa bioaktivitas yang kuat adalah ketika komponen utamanya berupa eugenol dan bioaktivitas yang kurang adalah ketika unsur utamanya adalah geraniol, sitronelol dan linalool sedangkan metil chavicol belum menunjukkan aktivitas antimikroba yang kuat (Lis-Balchin *et. al.*, 1993 dan Lis-Balshin *et. al.*, 1997).

### Uji Organoleptik Dodol Lidah Buaya

Hasil uji organoleptik untuk produk tanpa *coating* (kontrol) dan dengan *coating* pada minggu ke I hingga minggu ke VIII dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 dan Gambar 1 dapat dilihat bahwa penampakan dodol yang di-*coating* tidak mengalami perubahan hingga minggu ke-8 sedangkan pada produk tanpa *coating* mulai mengalami penjamuran pada minggu ke-7. Hal ini dapat disimpulkan bahwa *coating* dapat meningkatkan umur simpan produk dodol lidah buaya.

Tabel 2. Uji Organoleptik Dodol Lidah Buaya

Minggu ke-	Perlakuan	Uji Organoleptik			
		Penampakan	Rasa	Aroma	Tekstur
1	Tanpa <i>coating</i>	Normal	Khas dodol	Khas dodol	Agak lembek
	<i>Coating</i>	Normal	Agak terasa kemangi	Aroma kemangi	Agak kenyal-keras
3	Tanpa <i>coating</i>	Normal	Khas dodol	Khas dodol	Agak lembek
	<i>Coating</i>	Normal	Agak terasa kemangi	Aroma kemangi	Agak kenyal-keras
5	Tanpa <i>coating</i>	Normal	Khas dodol	Khas dodol	Agak lembek
	<i>Coating</i>	Normal	Agak terasa kemangi	Aroma kemangi	Agak kenyal-keras
6	Tanpa <i>coating</i>	Normal	Khas dodol	Khas dodol	Agak lembek
	<i>Coating</i>	Normal	Agak terasa kemangi	Aroma kemangi	Agak kenyal-keras
7	Tanpa <i>coating</i>	Berjamur	-	-	Agak lembek
	<i>Coating</i>	Normal	Agak terasa kemangi	Aroma kemangi	Agak kenyal-keras
8	Tanpa <i>coating</i>	Berjamur	-	-	Agak lembek
	<i>Coating</i>	Normal	Agak terasa kemangi	Aroma kemangi	Agak kenyal-keras

Rasa dodol lidah buaya tanpa perlakuan *coating* adalah khas dodol

dengan sedikit *aftertaste* pahit khas lidah buaya. Sedangkan produk dengan *coating*

agak terasa seperti kemangi. Hal ini dapat disimpulkan bahwa minyak kemangi pada lapisan *coating* berpengaruh terhadap rasa dodol lidah buaya.

Aroma dodol lidah buaya tanpa perlakuan *coating* adalah khas dodol lidah buaya dimana produk hampir tidak memiliki aroma sedangkan aroma dodol lidah buaya dengan perlakuan *coating* memiliki aroma khas kemangi.



Gambar 1. Dodol lidah buaya (a) tanpa *coating* (kontrol) dan (b) *coating* setelah minggu ke-VIII

Tekstur dodol lidah buaya tanpa perlakuan *coating* adalah kenyal sedangkan produk dengan *coating* cenderung agak kenyal dan sedikit agak keras dikarenakan ada lapisan *coating* yang melapisinya.

#### 4. KESIMPULAN

Lapisan *coating* menggunakan minyak atsiri kemangi dapat memperpanjang masa simpan dodol lidah buaya namun memiliki kelemahan yaitu masih terdapatnya rasa dan aroma kemangi pada produk yang dilapisinya.

#### DAFTAR PUSTAKA

Akhmaludin dan A. Kurniawan. 2009. Pembuatan Pektin dari Kulit Cokelat dengan Cara Ekstraksi. Jurusan Teknik Kimia, fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.

Chung, K.T., Thomasson, W.R. dan Wu-Yuan, C.D. 1990. Growth inhibition of selected food-borne bacteria, particularly *Listeria monocytogenes*,

by plant extracts. *Journal of Applied Bacteriology*. 69. 498-503

Dewi, D.P. 2008. *Pemisahan Minyak Atsiri Daun Kemangi (Ocimum basilicum) secara Kromatografi Lapis Tipis dan Aktivasnya terhadap Malassezia furfur In Vitro*. Skripsi. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. Semarang

Ehivet, F.E., B. Min, M. Park, dan J. Oh. 2011. Characterization and Antimicrobial Activity of Sweetpotato Starch-Based Edible Film Containing Origanum (*Thymus capitatus*) Oil. *Journal of Food Science*. 76(1):C178-C184.

Krochta, J.M., E. A. Baldwin, dan M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Technomic Publishing, Lancaster, PA.

Lis-Balchin, M., S. G. Deans, dan E. Eaglesham. 1993. Relationship Between Bioactivity and Chemical Composition of Commercial Essential Oils. *Flavour Fragrance J.* 13: 98-104.

Lis-Balchin, M. dan S. G. Deans. 1997. Bioactivity of selected plant essential oils against *Listeria monocytogenes*. *J. Appl. Microbiol.* 82:759-762.

Manab, A., M.E. Sawitri, K.U. Al Awwaly, dan H. Purnomo. 2011. Antimicrobial Activity of Whey Protein Based Edible Film Incorporated with Organic Acids. *African Journal of Food Science*. 5(1):6-11.

Mawaddah, R. 2008. *Kajian Hasil Riset Potensi Antimikroba Alami dan Aplikasinya dalam Bahan Pangan di Pusat Informasi Teknologi Pertanian Fateta IPB*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.

Meena, M. R. dan V. Sethi. 1994. Antimicrobial activity of essential oils from spices. *J. Food Sci. Technol.* 31: 68-70.

Miskiah, Widaningrum, dan C. Winarti. 2011. Aplikasi *Edible Coating* Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Vitamin C pada Paprika: Preferensi Konsumen dan Mutu Mikrobiologi. *J. Hort.* 21(1):68-76.

- Mohamed, S. dan Z. Hasan. 1995, Extraction and Characterization of Pectin from Various Tropical Agro Wastes. *Asean Food Jurnal*. 10(2):43-50.
- Novita, T. 2011. *Pengaruh Pemberian Carboxymethyl Cellulose dan Sorbitol pada Pembuatan Edible Film dengan Bahan Dasar Whey Terhadap Kadar Air, pH, Ketebalan dan Waktu Kelarutan*. Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Andalas.
- Piyo, A., J. Udomsilp, P. Khang-Khun, dan P. Thobunluepop. 2009. Antifungal Activity of Essential Oils from Basil (*Ocimum basilicum* Linn.) and Sweet Fennel (*Ocimum gratissimum* Linn): Alternative Strategies to Control Pathogenic Fungi in Organic Rice. *As.J.Food Ag-Ind*. Special Issue, S2-S9.
- Ridawati, Alsuhendra dan I.S. Wardhini. 2011. Microbial and Sensory Quality of Beef Rolade Coating with Modified *Canna edulis* Starch Edible Film Incorporated with Cumin (*Cuminum cyminum*) Oil. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Sains dan Teknologi*. <http://www.pustaka.ut.ac.id>.
- Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Suppakul, P., J. Miltz, K. Sonneveld, dan S.W. Bigger. 2003. Antimicrobial Properties of Basil and Its Possible Application in Food Packaging. *J. Agric Food Chem*. 51(11):3197-207.
- Chung, K.T., Thomasson, W.R. and Wu-Yuan, C.D. (1990). Growth inhibition of selected food-borne bacteria, particularly *Listeria monocytogenes*, by plant extracts. *Journal of Applied Bacteriology*, 69, 498-503.