

PENGARUH BAHAN PENYALUT TERHADAP KUALITAS ENKAPSULASI MINYAK ATSIRI PALA

Payung Layuk, M. Lintang, dan H. J. Motulo.

*Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Utara
e-mail: playuk21@gmail.com*

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bahan penyalut terhadap kualitas enkapsulasi minyak atsiri pala. Mikroemulsi dilakukan dengan menggunakan CMC, pektin dan Gum arab dengan cara 100 g bahan penyalut dilarutkan dalam 100 ml aquadest (1:1) kemudian ditambahkan minyak atsiri pala dihomogenisasi menggunakan homogenizer selama 2 menit dengan kecepatan 1500 rpm. Perbandingan minyak atsiri pala dengan bahan enkapsulan adalah 1: 10. Hasil memperlihatkan bahwa CMC, pektin dan Gum arab mampu melindungi minyak atsiri pala selama enkapsulasi dimana minyak atsiri yang terperangkap berkisar 22,56-26,90%, minyak atsiri di permukaan sekitar 1,26-1,86% dengan kadar air rata-rata 6,08-7,20 %. Perlakuan terbaik adalah penggunaan Gum arab dengan kadar air (6,08%) dan minyak atsiri di permukaan terendah (1,26%) serta minyak atsiri terperangkap tertinggi yaitu 26,90%.

Kata kunci: enkapsulasi CMC, pektin, gum arab dan minyak atsiri pala.

PENDAHULUAN

Pala merupakan rempah yang dikenal gunanya sebagai pemberi cita rasa atau bumbu, disamping banyak digunakan untuk jamu tradisional. Sifat tersebut disebabkan kandungan zat aktif aromatis di dalamnya. Jika zat atau komponen aktif tersebut dipisahkan dengan cara diekstrak, baik dengan pelarut tertentu (misalnya etanol) maupun penyulingan (destilasi) hasilnya masing-masing dikenal dengan nama oleoresin atau minyak atsiri. Oleoresin dan minyak atsiri rempah-rempah banyak digunakan dalam industri makanan, minuman, farmasi, flavor, parfum, pewarna dan lain-lain. Misalnya dalam industri pangan banyak digunakan untuk pemberi cita rasa dalam produk-produk olahan daging (misalnya sosis dan ham), ikan dan hasil laut lainnya, roti, kue, puding, sirup, saus, dan lain-lain. Dalam penggunaan oleoresin dan minyak atsiri masih dijumpai adanya kekurangan atau kerugian. Hal ini mendorong para ahli untuk mengolah lebih lanjut kedua produk tersebut, diantaranya dengan teknologi enkapsulasi.

Buah pala terdiri dari atas daging buah pala 77,8%, biji pala 13,1%, fuli 4%, dan tempurung 5,1%. Secara komersial biji dan fuli pala merupakan bagian terpenting dari buah pala dan dapat diolah menjadi minyak atsiri dan oleoresin sebagai bahan baku industri pangan dan farmasi. Produk lain yang mungkin dibuat dari biji adalah mentega pala yaitu trimiristin yang dapat digunakan sebagai minyak makanan dan industri kosmetik (Somaatmaja, 1984).

Minyak atsiri merupakan komponen aroma yang bersifat volatil dalam bentuk cair yang biasanya didapatkan dari tanaman (Hamid *et al*, 2011). Minyak atsiri pala dimanfaatkan dalam berbagai bidang dan dapat digunakan sebagai anti mikroba, baik bakteri maupun jamur (Yuharmen *et al*, 2010), untuk bahan farmasi, kuliner dan kosmetik (Chudwal *et al*,

2010). Meskipun minyak atsiri bersifat anti mikroba, bakteri dan jamur, minyak atsiri rentan terhadap suhu tinggi, oksidasi, sinar UV, dan kelembaban (Patrovic *et al*, 2010, Calvo *et al*, 2012), sehingga perlu mencari solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Pada umumnya minyak atsiri rusak krena oksidasi, yang menyebabkan terbentuknya flavour yang tidak enak menyebabkan penurunan sifat sensoris (Valasco *at al*, 2003).

Kelebihan dari kapsulasi penyimpanan pada yaitu dapat melindungi rasa dan aroma selama proses pengolahan dan produk makanan serta dapat mengontrol pelepasan komponen aktif yang dilindungi (Reineccius, 1989). Salah satu cara yang digunakan dalam menangani masalah ini adalah menggunakan teknologi Mikroenkapsulasi. Teknik ini melindungi bahan inti yang semula berbetuk cairan menjadi bentuk padatan sehingga mudah ditangani dan dapat melindungi bahan inti dari kehilangan flavour (Soottitawat *et al*, 2003; Gharsallaoui *et al*, 2007; Marcuzzo *et al*, 2010) dalam proses mikroenkapsulasi, hal yang perlu diperhatikan adalah jenis penyalut yang digunakan.

Mikroenkapsulasi adalah proses penyalutan bahan-bahan inti yang berbentuk cair atau padatan dengan menggunakan suatu bahan penyalut khusus yang membuat partikel ini mempunyai sifat fisika dan kimia seperti yang dikehendaki. Bahan penyalut yang berfungsi sebagai dinding pembungkus bahan inti tersebut dirancang untuk melindungi bahan-bahan terbungkus dari faktor-faktor yang dapat menurunkan kualitas bahan tersebut. Metode spray drying adalah metode paling umum digunakan dalam proses enkapsulasi pada industri makanan.

Proses yang terdapat dalam spray drying ada tiga tahap: pertama persiapan dari bahan-bahan yang akan disebarkan dan bahan emulsi yang akan diproses, kedua menghomogenisasikan bahan-bahan tersebut, dan ketiga adalah menyemprotkan cairan-cairan tersebut dengan udara panas (Kaswara, 2012) Enkapsulasi dapat meningkatkan konsentrasi komponen aktif dan mengurangi volatilisasi komponen antimikroba sehingga aktivitas antibakteri juga meningkat. Jenis penyalut alami yang sering digunakan adalah CMC, pektin, gum arab atau maltodektrin. (Krisnan *et al*, 2005 dan Loahasongkram *et al*, 2011).

Selama ini polimer yang banyak digunakan adalah poliuretan, metil metakrilat, hidroksipropil metil selulosa dan poliepoksi yang pada umumnya menggunakan pelarut organik, yang memiliki risiko mudah terbakar, toksik, kurang ramah lingkungan dan kurang ekonomis. Oleh karena itu, diperlukan terobosan pembuatan mikroenkapsulasi dengan bahan penyalut yang lebih alami dengan basis menggunakan air. Polimer alam yang digunakan sebagai bahan penyalut berbasis air adalah pati singkong (tapioca starch), karboksimetil selulosa (CMC), gum arab dan pektin.

Pati merupakan senyawa kation bersifat non toksik, biokompatibel, biodegradabel, larut dalam air dan mudah mengalir, sedangkan karboksimetil selulosa merupakan eter polimer selulosa linear dan berupa senyawa anion, yang bersifat biodegradable, tidak berbau, tidak beracun, butiran atau bubuk yang larut dalam air namun tidak larut dalam pelarut organik dan memiliki rentang pH sebesar 6,5-8,0 CMC memiliki berat molekul yang

lebih rendah dan struktur molekul yang lebih sederhana sehingga dengan mudah larut dalam air dapat diuapkan ketika proses pengeringan berlangsung.

CMC merupakan polimer derivat selulosa yang memiliki kompartibilitas dan kompresibilitas baik. Gum arab dan pektin sering digunakan karena memiliki sifat sebagai penyalut yang baik karena kemampuannya dalam membentuk emulsi dan viskositasnya tinggi (Laohasongkram *et al*, 2011). Selain itu gum arab dan pektin banyak digunakan karena mudah ditemukan dan penanganan proses, memiliki kelarutan yang tinggi dan stabil pada emulsi minyak dan air (Moore *et al*, 2005 dan Dickinson, 2003).

Beberapa hasil penelitian melaporkan tentang penelitian mikroenkapsulasi pada minyak atsiri dan oleoresin. Nurlaili (2011) tentang mikroenkapsulasi minyak jahe dan oleoresin jahe dengan menggunakan maltodekstrin dengan pengeringan semprot dan Efendi (2000), menggunakan gum arab dan maltodekstrin, hasilnya menunjukkan bahwa mikroenkapsulasi yang dihasilkan kualitasnya cukup baik.

Maltodesktrin mampu melindungi senyawa utama pada minyak lengkuas dengan rasio minyak lengkuas dan maltodekstrin 1:10. Keberhasilan dalam pengolahan mikroenkapsulasi tergantung pada suhu, konsentrasi bahan inti dan konsentrasi penyalut. Encapsulasi oleoresin lada hitam metode *spray drying*. Bahan pengkapsul mengombinasikan maltodekstrin dengan konsentrasi susu skim 10% dari total menghasilkan mikrokapsul memiliki rendemen 67,22%, kadar minyak atsiri 0,68%, kadar *surface oil* 0,1420%, pH 6,16 dan kelarutan sebesar 98,20%. Hasil pengamatan dengan *scanning electron microscope* menunjukkan bahwa mikrokapsul memiliki morfologi yang cukup baik dengan diameter partikel antara 2-20 μm (Nasrullah, 2010). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bahan penyalut terhadap kualitas enkapsulasi minyak atsiri pala.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah minyak atsiri biji pala yang diperoleh dari KP Pandu, CMC, gum arab dan pektin (Brataco) dan akuades. Peralatan yang digunakan adalah gelas ukur, beker gelas, erlenmeyer, oven, sigma Aldrich.

Destilasi minyak atsiri pala

Produksi minyak atsiri menggunakan metode penyulingan dengan air dan uap, menggunakan alat destilasi tipe Balitro kapasitas 5 kg. Tahapan penyulingan adalah persiapan bahan baku dengan cara pengeringan dengan matahari selama 4 jam, selanjutnya dikeringanginkan. Sampel yang didestilasi dalam bentuk utuh dan dikecilkan ukurannya. Alat distilasi diisi dengan air suling tepat di bawah angsa, bahan yang akan didestilasi dimasukkan ke dalam tangki destilasi dan diatur rata permukaannya. Tutup tengki destilasi segera dipasang sehingga tidak ada uap yang keluar.

Kemudian alat pendingin dihubungkan dengan corong pengeluaran uap. Setelah semua rangkaian alat destilasi siap, kompor dihidupkan. Kondensat keluar dari alat pendingin di tampung menggunakan penampung gelas, sehingga diperoleh campuran antara minyak

dan air. Minyak terdapat pada lapisan bagian atas campuran. Minyak dipisahkan dari campuran tersebut dengan menggunakan corong pemisah.

Destilasi minyak dilakukan selama 6-7 jam atau sampai dihasilkan destilat yang berupa air saja. Hasil yang diperoleh dianalisis sesuai standar SNI untuk minyak atsiri. Penentuan index bias minyak (refraktometer), berat jenis (Piknometer), rendemen minyak (metode clevenger), kadar air (Metode Immiscible Solvent Distillation), kelarutan minyak dalam alkohol dan putaran Optik Minyak.

Pembuatan Mikroenkapsulasi

Proses pembuatan mikroemulsi dilakukan dengan menggunakan bahan penyalut CMC, Gum arab dan pektin dengan aquades (1:1) kemudian ditambahkan minyak atsiri biji pala dengan perbandingan (1:10), dihomogenisasi dengan menggunakan homogenizer selama 2 menit pada kecepatan 1500 rpm. Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan pengering semprot (*spray Dryer*) pada suhu 80°C.

Analisis produk

Produk enkapsulasi yang dihasilkan dilakukan analisis kadar air, (Soedarmadji *et al*, 1990), minyak atsiri di permukaan dan minyak atsiri terperangkap (Yuliani *et al*, 2007). Data dianalisis dengan menggunakan program SPSS 2007.

Minyak atsiri di permukaan mikroenkapsulasi (Yuliani et al,2007).

Sebanyak 0,5 g (a) mikrokapsul dalam erlenmeyer diekstrak dengan 6,7 ml heksana, kemudian dikocok dan disaring menggunakan kertas saring whatmen no 1. Ekstrak dimasukkan ke dalam labu evaporator yang telah diketahui beratnya (b). Pencucian diulang dengan 3,3 ml heksana sebanyak 3 kali. Kombinasi ekstrak diuapkan pelarutnya menggunakan rotary vacuum evaporator pada suhu 400C. Residu ditimbang sebagai minyak atsiri pada permukaan mikrokapsul (c).

$$\% \text{ minyak di permukaan} = \frac{C-b}{a} \times 100\%$$

Minyak atsiri terperangkap (Yuliani et al, 2007)

Sebanyak 10 mg mikrokapsul dilarutkan dalam 0,5 ml etanol kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no 1. Residu yang tertinggal yang tertinggal pada kertas saring kemudian dilarutkan dalam kloroform. Penambahan kloroform dilakukan hingga mencapai 10 ml. Larutan tersebut di sonikasi selama 5 menit dan disaring kembali hingga diperoleh filtrat. Filtrat yang diperoleh dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya dan dipanaskan dalam oven 105°C selama 30 menit. Berat minyak atsiri terperangkap didapatkan dari hasil timbangan setelah pemanasan berlangsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas minyak atsiri pala hasil yang digunakan seperti pada Tabel 1.

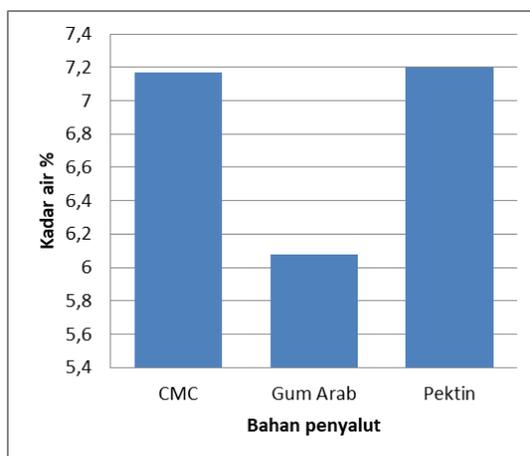
Tabel 1. Hasil analisis Parameter Kualitas minyak atsiri

Parameter	Minyak atsiri pala	SNI
Warna	Kuning pucat	Jernih
Berat jenis	0,865	1,032
Indeks bias	1,488	1,493
Billangan Asam	3,0	3,2
Kelarutan dalam alkohol 70%	Larut jernih 1:3-1:4	1: 3-1:7
Kadar air	10,20%	Jernih

Sumber: Layuk et al, 2014

Kadar Air

Kadar air merupakan parameter yang berhubungan dengan stabilitas produk selama penyimpanan. Kadar air mikro kapsul yang dihasilkan seperti disajikan pada Gambar 1. 6,08-7,20 %.



Gambar 1. Kadar air mikro kapsul

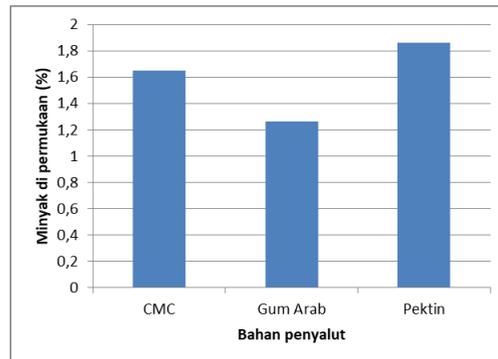
Kadar air yang dihasilkan berkisar 6,08-7,20%. Menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan pada $P < 0,05$. Kadar air ini masih relatif tinggi karena menurut Reineccius (2004) dalam Yuliani *et al* (2007) tipikal kadar air produk yang dihasilkan dengan pengering semprot adalah 2-6%. Kadar yang relatif tinggi pada produk yang dihasilkan disebabkan diduga disebabkan bahan penyalut yang digunakan dan viskositas dari emulsi yang kurang tinggi sehingga kadar air yang dihasilkan masih di atas tipikal kadar air produk (Supriyadi dan Rujita, 2012).

Pada gambar 1. Dapat dilihat bahwa kadar air tertinggi adalah penggunaan bahan penyalut pektin yaitu 8,08 kemudian CMC dan gum arab berturut-turut 7,17% dan 6,27%. Tingginya kadar air pada pektin disebabkan pektin memiliki sifat mengikat air lebih tinggi dibandingkan dengan CMC dan gum arab, sehingga dalam melepaskan air perlu

menggunakan waktu pengering lebih lama. Selain itu kadar air juga dipengaruhi oleh minyak atsiri yang digunakan. Semakin tinggi bahan inti yang digunakan menyebabkan titik didihnya menjadi tinggi pula sehingga jika suhu pengeringan sama dan lamanya waktu yang digunakan sama maka akan dihasilkan produk dengan kadar air yang lebih tinggi.

Minyak di permukaan

Persentase minyak dipermukaan adalah merupakan banyaknya minyak yang terdapat pada permukaan luar dinding mikrokapsul. Adanya minyak dipermukaan luar mikrokapsul tidak dikehendaki karena dapat menyebabkan bahan inti sangat mudah terpapar oleh udara, khususnya oksigen dan uap air, sehingga mempercepat kerusakan produk. Pengaruh bahan penyalut terhadap persentase minyak di permukaan adalah 1,26-1,86% (Gambar 2)..



Gambar 2. Prosentase minyak dipermukaan

Bahan penyalut berpengaruh pada minyak di permukaan mikrokapsul yang dihasilkan. Persentase terendah diperoleh pada penggunaan gum arab hal ini disebabkan gum arab kemampuannya dalam membentuk emulsi dan viskositasnya tinggi menyebabkan bahan inti yang terperangkap lebih banyak. Berdasarkan hasil pengujian statistik, nilai persentase minyak di permukaan berbeda nyata satu sama lainnya ($p < 0,05$) semakin tinggi persentase minyak di permukaan produk akan rentan mengalami kerusakan dan akan dapat menurunkan kualitas bahan aktif selama distribusi maupun penyimpanan.

Sugindro *et al*, (2008) mengatakan bahwa adanya viskositas emulsi yang rendah selama proses pengeringan semprot berlangsung, akan membuat lapisan kulit (crust) yang terbentuk tidak begitu kuat sehingga bahan inti menjadi kurang terlindungi. Selain adanya viskositas yang rendah menyebabkan proses pengeringan berlangsung lama dan jumlah minyak atsiri yang terperangkap dalam mikrokapsul sangat dipengaruhi oleh kecepatan pengeringan dan pembentukan lapisan kulit. Jumlah minyak atsiri terperangkap jika dapat meningkat jika pembentukan kulit berlangsung cepat.

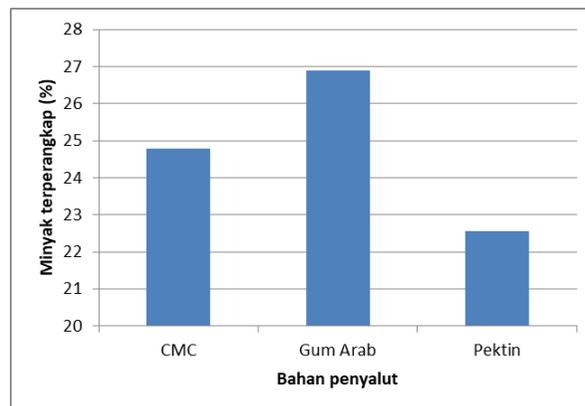
Oleh karena jumlah minyak atsiri yang terperangkap meningkat, maka jumlah minyak atsiri yang terdapat pada permukaan mikrokapsul menjadi berkurang sehingga persentase minyak dipermukaan yang dihasilkan rendah. Hal yang sama dilaporkan oleh Tonon *et al*, (2011) bahwa adanya viskositas yang tinggi menyebabkan lapisan kulit yang terbentuk kuat sehingga dapat mengurangi migrasi minyak menuju permukaan luar mikrokapsul.

Minyak Terperangkap

Minyak terperangkap merupakan banyaknya minyak atsiri yang terdapat di dalam mikrokapsul. Produk dengan minyak terperangkap tinggi menunjukkan bahwa minyak yang terdapat terlindungi oleh matriks penyalut banyak. Persentasi minyak terperangkap dengan bahan penyalut yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 3.

Persentasi minyak terperangkap berkisar 22,56-26,90%. Tertinggi adalah penggunaan bahan penyalut gum arab 26,90% kemudian berturut-turut CMC dan pektin yaitu 24,78% dan 22,56%. Berdasarkan data analisis statistik menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$). Adanya perbedaan ini disebabkan sifat dari bahan penyalut dimana Gum arab viskositas emulsinya tinggi dibanding dengan CMC dan pektin sehingga menghasilkan minyak terperangkap lebih tinggi (Laohasongkram *et al*, 2011).

Selain viskositas rendah menyebabkan proses pengeringan berlangsung lama dan juga disebabkan kecepatan pengeringan dan pembentukan lapisan kulit. Jumlah bahan inti yang terperangkap dapat meningkat jika pembentukan kulit berlangsung cepat. Pada sisi lain, adanya viskositas tinggi dapat mengurangi migrasi minyak menuju permukaan luar mikrokapsul. Akibatnya dihasilkan persentase minyak terperangkap yang tinggi pada emulsi berviskositas tinggi.



Gambar 3. Persentase minyak terperangkap

KESIMPULAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa CMC, pektin dan Gum arab mampu melindungi minyak atsiri pada selama enkapsulasi dimana minyak atsiri yang terperangkap berkisar 22,56-26,90%, minyak atsiri di permukaan sekitar 1,26-1,86% dengan kadar air rata-rata 6,08-7,20 %. Perlakuan terbaik adalah penggunaan Gum arab dengan kadar air (6,08%) dan minyak atsiri di permukaan terendah (1,26%) serta minyak atsiri terperangkap tertinggi yaitu 26,90%. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui waktu pengeringan optimal untuk mendapatkan kadar air optimal kadar alat pengering semprot 2-6%

DAFTAR PUSTAKA

- Colvo P., Castano AL, Lozano M., Gonzales-Gomez D. 2012. Influence of the microencapsulation on the quality parameters and shelf-life of extra-virgin olive oil encapsulated in the presence of BHT and different capsule wall component. *Food Res Int* 45: 256-261.
- Chudiwal AK, Jain DP, Somani RS. 2010. *Alpinia Galanga Wildan overview on phyto- pharmacological properties*. *Indian J. Nat Prod Res* 1: 143-149
- Dickinson E. 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloid* 17:25-39.
- Efendi E. 2000. *Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Jahe dengan Campuran Gum Arab-Maltodekstrin dan Variasi Suhu Inlet Spray Dryer (Thesis)*. Program Studi teknologi Hasil Perkebunan UGM.
- Gharsallaoui A., Roundaut G., Chambin O., Voilley A., Saurel R. 2007. Application of Spray-Drying in microencapsulation of food ingredients: an overview. *Food Res Int* 40:1107-1121
- Hamid A.A., Aiyelaagbe O, Usman L.A. 2011. Essential oils: Its Medicinal and Pharmacological Uses. *Int J. Curr Res* 3:86-98.
- Kaswara S. 2012. *Teknologi Enkapsulasi Flavor Rempah-Rempah*. WWW. Ebookpangan.com
- Krisnan S., Bhosale R., Singhal RS. 2005. Microencapsulation of cardamom Oleoresin: evaluation of blends of gum arabic, maltodextrin and a modified starch as wall materials *Carbohydr Polym* 61: 95-102.
- Laohasongkram K., Mahamaktudsanee T., Chaiwanishsiri S. 2011. Microencapsulation of macadamia oil by spray drying. *Procedia Food Sci.* 1: 1660-1665.
- Layuk, P. M. Lintang, S. Datundugon, G.H. Yoseph. 2014. *Visitor Plot Pengolahan Minyak Atsiri*. Laporan Hasil Penelitian BPTP Sulawesi Utara.
- Marcuzzo E. Sendidoni A., Debeaufort F. Volley A. 2010. Encapsulation of aroma compounds in biopolymeric emulsion based edible film to control flavour release. *Carbohydr Polym* 80: 984-988.
- Moore GRP, do Canto LR, Armante ER, Soldi V. 2005. Cassava and corn starch in maltodextrin production. *Quim Nova* 28 : 596 -600.
- Nasrullah F. 2010. *Pengaruh Komposisi Bahan Pengkapsul Terhadap Kualitas Mikrokapsul Oleoresin Lada Hitam (Piper nigrum L.)* Skripsi Fak. Tek. Pertanian. IPB Bogor.
- Nurlaili FA. 2011. *Karakterisasi Mikrokapsul Minyak Atsiri Jahe dan Oleoresin Ampas Jahe (Zingiber officinale var. Rubrum) dengan Penyalut Maltodekstrin (Tesis)*. Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan. UGM Yogyakarta.
- Petrovic GM. Stojanovic GS, Radulovic NS. 2010. Encapsulation of Cinnamon oil in β -cyclodextrin. *J. Med Plant Res* 14: 1382-1390.
- Somaatmadja, D. 1984. *Penelitian Pala dan Fuli*. Komunikasi No 215. BBIHP. Bogor. 12 hal

- Sottitawat A., Yoshii H. Futura T., Ohkawara M. Lonko P. 2003. Microencapsulation by spray drying: influence of emulsion size on the retention of volatile compounds. *J. Food Sci* 68: 2256-2262.
- Sudarmadji S., Haryono B., Suhardi., 1990. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan Dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Sugindro, Mardiyati E. Djajadisastra J. 2008. Pembuatan dan Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Biji Jintan Hitam Pahit (*Nigella Sativa* Linn). *Majalah Ilmu kefarmasian* 5: 57 - 66.
- Supriyadi dan A. Sakha Rujita. 2012. Karakteristik Mikrokapsul Minyak Atsiri Lengkuas Dengan maltodekstrin Sebagai Enkapsulan. *J. teknol. Dan Industri pangan* Vol 24 NO, 2 TH 2013.
- Tonan RV, Grosso CRF, Hubinger MD. 2011. Influence of Emulsion Composition and Inlet Air Temperature on The Microencapsulation of Flaxseed oil by spray drying. *Food Res Int* 44: 282-289.
- Yuliani S., Desmawarni NH, Yuliani SS 2007. Pengaruh Laju Air Umpan dan Suhu Inlet Spray Drying pada Karakteristik Mikrokapsul Oleoresin Jahe. *J. Pascapanen* 4: 18-26.
- Yuharmen Y., Eryanti Y., Nurbalatif. 2002. Uji Aktivitas Antimikrobia Minyak Atsiri dan Ekstrak Metanol Lenkuas (*Alpinia galanga*). *J. Nature Indonesia* 4: 178-183.
- Velasco J., Dobarganes C. Margues-Ruiz G. 2003. Variables Affecting Lipid Oxidation in Dried Miencrocapsulated Oils. *Grasas Aceities* 54: 304-314.