

Pengaruh Kombinasi Maltodekstrin dan *Whey* sebagai Bahan Penyalut pada Karakteristik Mikroenkapsul Oleoresin Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*)

Effect of Maltodextrin and Whey Combination as Wall Material on The Characteristics of Cinnamon (*Cinnamomum burmanii*) Oleoresin Microencapsule

Tanalyna Hasna^{1*}, Raden Baskara Katri Anandhito², Lia Umi Khasanah², Rohula Utami²,
Godras Jati Manuhara²

¹Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya,
Jl. Veteran, Kota Malang, 65145, Indonesia

²Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret,
Jl. Ir. Sutami 36 A, Ketingan Surakarta 57126, Indonesia

*Email: tanalynahasna@ub.ac.id

Tanggal submisi: 22 Agustus 2016; Tanggal penerimaan: 17 Juli 2018

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan *whey* (1:3, 2:2, dan 3:1) terhadap pengujian karakteristik mikroenkapsul oleoresin kayu manis cinnamon (*Cinnamomum burmanii*). Karakteristik yang diuji meliputi analisis rendemen, kadar air, kelarutan dalam air, kenampakan mikrostruktur, kadar sinamaldehyd, dan sisa kadar pelarut. Terlebih dahulu oleoresin kayu manis didapatkan melalui proses maserasi bubuk kayu manis dengan etanol 96% selama 4 jam. Kemudian emulsi mikroenkapsul oleoresin kayu manis yang diperoleh dikeringkan menggunakan metode *spray drying*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor rasio bahan penyalut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan *whey* memberi pengaruh signifikan terhadap rendemen (14,98 – 22,69%), kadar air (6,20 – 7,04%), sisa pelarut (0,50 – 0,63%), kadar sinamaldehyd (26,18 – 43,90%), dan kenampakan mikrostruktur, namun tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kelarutan mikroenkapsul dalam air (92,85 – 95,24%).

Kata kunci: Kayu manis; maltodekstrin; mikroenkapsulasi; oleoresin; *whey*

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the influence using combination of maltodextrin and whey (1:3, 2:2 and 3:1) as wall material due to quality characteristic of cinnamon (*Cinnamomum burmanii*) oleoresin microencapsulan, including yield, water content, solubility in water, microstructure appearance, cinnamaldehyde content, and residue of solvent. First of all, the oleoresin was reached from extraction using ethanol 96 % for 4 hours. Then the oleoresin emulsion was dried using spray drying method. The experimental design used in this research was Completely Randomized Design (CRD) with one factor (ratio of wall material). The result showed that combination of wall material had significant effect to yield (14,98 – 22,69%), water content (6,20 – 7,04%), residue of solvent (0,50 – 0,63%), cinnamaldehyde content (26,18 – 43,90%), and microstructure appearance, but insignificantly affected to solubility in water (92,85 – 95,24%).

Keywords: Cinnamon; maltodextrin; microencapsulation; oleoresin; *whey*

PENDAHULUAN

Kayu manis merupakan rempah pemberi cita rasa (*flavor*) di industri farmasi, kosmetik, pangan, dan rokok. Kayu manis mengandung sinamaldehyda (51 – 76%), eugenol, eugenol asetat, sinamil asetat, sinamil alkohol, metil eugenol, benzaldehyda, benzil benzoat, linalool, monoterpena, hidrokarbon, kariofilena, safrol, dan lainnya (Pebrimadewi, 2011).

Sebagai salah satu hasil olahan kayu manis, oleoresin kayu manis dapat diperoleh melalui maserasi bubuk kayu manis dengan pelarut etanol (Widiyanto, 2011). Namun, adanya komponen *volatile* di dalam oleoresin menyebabkan oleoresin mudah mengalami kerusakan akibat terpapar cahaya, panas, oksigen, dan uap air (Assagaf dkk., 2013). Perdagangan oleoresin kayu manis juga memiliki kendala yakni sulit ditimbang secara tepat karena teksturnya pekat dan lengket. Upaya mempermudah penanganan oleoresin kayu manis maka dilakukan mikroenkapsulasi dengan memproses oleoresin menjadi bubuk mikrokapsul. Mikroenkapsulasi dilakukan dengan metode *spray drying* untuk menghasilkan ukuran partikel mikrokapsul berukuran kurang dari 100 mikron sehingga mempunyai kelarutan yang tinggi (Koswara, 1995). Tujuan lain dilakukan mikroenkapsulasi pada oleoresin kayu manis adalah untuk melindungi komponen *flavor* dari perubahan destruktif, meningkatkan stabilitas komponen *flavor*, mengubahnya menjadi bubuk *free-flowing* sehingga dapat menekan kerugian selama penyimpanan dan pendistribusian (Desmawarni, 2007).

Dalam mikroenkapsulasi, diperlukan suatu bahan penyalut untuk melindungi senyawa dari oleoresin. Pemilihan bahan penyalut merupakan tahap awal yang penting yang dapat mempengaruhi karakteristik mutu dari mikrokapsul yang dihasilkan. Gharsallaoui dkk. (2007) menyebutkan bahwa jenis bahan penyalut yang lazim digunakan adalah golongan *gum*, karbohidrat, dan protein. Penggunaan kombinasi dari dua jenis bahan penyalut bertujuan memperbaiki sifat-sifat mikrokapsul sesuai dengan yang diharapkan (Assagaf dkk., 2013). Bahan penyalut yang digunakan pada penelitian ini adalah maltodekstrin DE 10 dan *whey protein concentrate* (*whey*). Penggunaan maltodekstrin memiliki keunggulan berupa sifat viskositasnya yang rendah dan memiliki sifat kelarutan yang tinggi Balasubramani dkk. (2014), serta memiliki daya ikat yang tinggi dalam membentuk matriks mikrokapsul (Gardjito dkk., 2006). Sedangkan *whey* merupakan emulsifier yang dapat membentuk film (Sheu dan Rosenberg, 1998), dapat mengikat komponen *flavor* dan kadar minyak atsiri yang lebih tinggi (Nasrullah, 2010), dan efektif jika dikombinasikan

dengan maltodekstrin untuk melengkapi sifat-sifat fungsional antar bahan penyalut (Young dkk., 1992). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui bagaimana pengaruh kombinasi bahan penyalut maltodekstrin DE 10 dan *whey* (1:3, 2:2, dan 3:1) terhadap pengujian karakteristik mutu mikrokapsul oleoresin kayu manis.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) (Pasar Legi Surakarta), Etanol *food grade* 96%, maltodekstrin DE 10 (PT. National Starch), *whey protein concentrate* (Sigma Aldrich), KOH, HCl, bromtimol biru, hidroksilamin hidroklorida, K-bikromat, dan asam sulfat.

Persiapan dan Proses Pembuatan Oleoresin Kayu Manis

Setelah mengeringkan gulungan kayu manis secara konvensional selama 1 – 2 hari, dilakukan penepungan dan pengayakan untuk didapatkan bubuk kayu manis lolos mesh 30 dan tertahan mesh 50. Bubuk terpilih kemudian dimaserasi pada suhu 70 – 75 °C selama 4 jam (Widiyanto, 2011), menggunakan etanol *food grade* dengan perbandingan 1:6 (Yuliani dkk., 2007). Pemekatan hasil ekstraksi menggunakan alat *rotary vacuum evaporator* pada 80 °C dengan kecepatan 50 rpm konstan.

Homogenisasi dan Mikroenkapsulasi

Bahan penyalut (maltodekstrin dan *whey*) 20% disuspensikan terlebih dahulu ke dalam aquadest dengan perbandingan 20:80% (total suspensi 100%). Oleoresin (10% dari total suspensi) (Yuliani dkk., 2007) kemudian dilarutkan ke dalam suspensi menggunakan *homogenizer*. Campuran suspensi dan oleoresin tersebut dikering-semburkan dengan metode *spray drying* menjadi mikrokapsul.

Analisis Mikrokapsul Oleoresin Kayu Manis

Terhadap mikrokapsul oleoresin dilakukan analisis mutu meliputi Uji Rendemen (AOAC, 1997), Uji Kadar Sinamaldehyd (Titrasi Aldehyd Total) (Sundari, 2002), Kadar Air (AOAC, 1997), Kadar Kelarutan dalam Air (Gravimetri) (Fardiaz dkk., 1992), Kadar Sisa Pelarut (Spektrofotometri) (Muhiedin, 2008), dan Pengamatan Mikrostruktur (SEM/*Scanning Electron Microscopy*). Data dianalisis statistik dengan *one way ANOVA*, jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji beda nyata/ analisis *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi $p = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Proporsi maltodekstrin yang lebih banyak berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen (Tabel 1). Maltodekstrin bersifat memiliki daya ikat yang kuat (Srihari, 2010) sehingga dapat mengikat suspensi lebih banyak dan menghasilkan rendemen lebih tinggi.

Proses pembentukan mikroenkapsul juga dipengaruhi oleh *whey* sebagai stabilitas emulsi (Efendi, 2000). Penggunaan *whey* bersama dengan maltodekstrin dapat membantu menstabilkan emulsi sehingga dapat menghasilkan rendemen yang tinggi.

Hasil serupa didapatkan dari penelitian mikroenkapsulasi β -betakaroten labu kuning dengan maltodekstrin dan *whey* oleh Gardjito dkk. (2006) dimana hasil rendemen tertinggi didapatkan juga dari sampel dengan komposisi maltodekstrin yang lebih tinggi daripada *whey*. Hal ini dikarenakan karakteristik maltodekstrin dapat mengikat suspensi lebih banyak sehingga mampu menghasilkan rendemen lebih tinggi.

Kadar Air

Kadar air merupakan parameter utama dalam penentuan kualitas produk kering mikroenkapsul berhubungan dengan daya tahan dan daya simpan produk (Desmawarni, 2007). Kadar air yang rendah pada mikroenkapsulan membuatnya lebih tahan terhadap kerusakan mikrobiologis maupun kerusakan akibat hidrolisis minyak yang terkandung di dalam mikroenkapsul (Simanjuntak, 2007).

Kadar air terendah didapatkan pada sampel dengan kombinasi maltodekstrin:*whey* (3:1) (Tabel 1). Hasil serupa didapatkan dari penelitian Prata dkk. (2010) dan Gardjito dkk. (2006) dimana penggunaan maltodekstrin yang lebih banyak daripada *whey* menghasilkan kadar air mikroenkapsul terendah dibandingkan dengan komposisi lainnya. Penggunaan maltodekstrin dapat menurunkan kadar air mikroenkapsul karena maltodekstrin memiliki sifat higroskopis yang rendah (Srihari, 2010) sehingga tidak mudah menyerap uap air kembali.

Tabel 1. Sifat fisik mikroenkapsul oleoresin kayu manis

Sampel	Rendemen (%)	Kadar air (%)	Kelarutan dalam air (%)
Maltodekstrin: <i>whey</i> (1:3)	14,98 ^a	6,96 ^a	95,24 ^a
Maltodekstrin: <i>whey</i> (2:2)	17,30 ^a	7,04 ^a	92,85 ^a
Maltodekstrin: <i>whey</i> (3:1)	22,69 ^b	6,20 ^b	93,84 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda tiap kolom menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 5\%$.

Kelarutan dalam Air

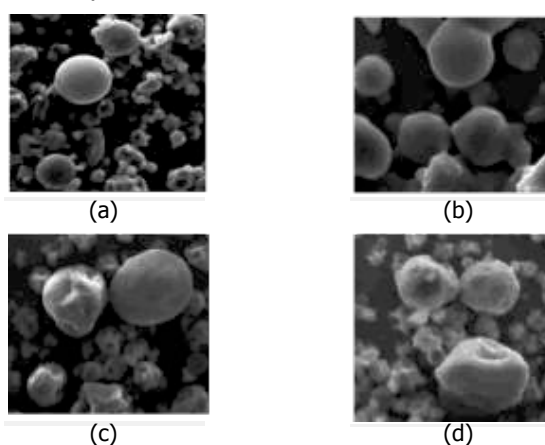
Kelarutan dalam air merupakan parameter yang berhubungan dengan pelepasan bahan aktif pada mikroenkapsul. Tabel 1 menunjukkan kombinasi penggunaan bahan penyalut tidak berbeda terhadap kelarutan mikroenkapsul oleoresin kayu manis dalam air.

Semakin tinggi nilai kelarutan, produk mikroenkapsul yang dihasilkan semakin baik karena zat aktif akan terlepas semakin cepat saat pemakaian. Maltodekstrin memiliki daya larut yang tinggi (Srihari, 2010), sedangkan *whey* merupakan emulsifier yang baik yang dapat membantu pelepasan zat-zat dalam suspensi baik fase minyak maupun fase air (Keogh dan Kennedy, 1999) sehingga penggunaan *whey* dapat mempercepat pelarutan mikroenkapsul pada saat diaplikasikan pada bahan pangan.

Pengamatan Mikrostruktur

Pengamatan mikrostruktur dilakukan dengan alat *Scanning Elektron Microscopy* (SEM) untuk melihat penampakan luar dari bubuk mikroenkapsul yang berhubungan dengan pelepasan laju bahan aktif pada oleoresin kayu manis.

Gambar 1(a) menunjukkan mikroenkapsul berbentuk bulat rapi. Meskipun bulat, mikroenkapsul tanpa bahan penyalut lebih rentan terhadap kehilangan zat aktif karena tidak dilindungi oleh bahan penyalut. Sedangkan foto pada variasi penggunaan bahan penyalut pada Gambar 1(b), pada Gambar 1(c), pada Gambar 1(d) sebagian besar mikroenkapsul berbentuk bulat meskipun terdapat beberapa mikroenkapsul tidak tersalut rapi/berkerut.



Gambar 1. Hasil *scanning* foto mikroenkapsul dengan perbesaran 1000 \times . (a) sampel kontrol tanpa bahan penyalut, (b) sampel variasi bahan penyalut maltodekstrin:*whey* (1:3), (c) sampel dengan bahan penyalut maltodekstrin:*whey* perbandingan (2:2), (d) sampel variasi bahan penyalut maltodekstrin:*whey* perbandingan (3:1)

Mikroenkapsul yang baik berbentuk bulat/tanpa kerutan mengindikasikan bahwa bahan aktif terkapsulkan dengan baik dan efisiensi mikroenkapsulasi telah didapat. Sedangkan jika terdapat struktur yang berkerut pada permukaan mikroenkapsul menunjukkan penurunan efisiensi mikroenkapsulasi. Menurut Setiawan (2004), penurunan efisiensi disebabkan oleh proporsi padatan yang terlalu tinggi sehingga terjadi *puffing* (pembengkakan) atau *ballooning* (pengelembungan) dan keretakan partikel, serta disebabkan oleh pecahnya mikroenkapsul akibat suhu yang tinggi (Desmawarni, 2007).

Beberapa struktur mikroenkapsul mengempis terdapat pada Gambar 1(c) dan Gambar 1(d) diduga akibat peristiwa *ballooning* selama pengeringan (Assagaf dkk., 2013). *Ballooning* merupakan peristiwa pengelembungan partikel mikroenkapsul sebagai akibat pembentukan uap air di dalamnya yang disebabkan oleh suhu *spray drying* yang terlalu tinggi atau ketidaksesuaian antara bahan penyalut dengan kondisi *spray drying*. Suhu yang tinggi juga menyebabkan terjadinya pembentukan celah kosong di bagian tengah mikroenkapsul sebagai akibat dari ekspansi mikroenkapsul atau adanya *ballooning* yang terlalu besar sehingga strukturnya pecah. Ketika dinding mikroenkapsul tidak cukup kuat menahan tekanan di dalam partikel mikroenkapsul, dinding akan pecah dan partikel akan mengempis.

Analisis Kadar Sinamaldehyd

Oleoresin kayu manis memiliki karakter perisa 5 – 40% lebih kuat dari rasa sesungguhnya (Sundari, 2002). Nilai dari oleoresin kayu manis ini ditentukan oleh tinggi rendahnya kadar sinamaldehyd yang terkandung di dalamnya, makin tinggi kadarnya makin tinggi pula harganya (Wangsa dan Nuryati, 2007). Analisis kadar sinamaldehyd penting untuk mengetahui pengaruh variasi bahan penyalut terhadap fungsinya sebagai bahan penyalut dalam mencegah kehilangan sinamaldehyd yang terkandung dalam mikroenkapsul

Tabel 2. Sifat kimia mikroenkapsul oleoresin kayu manis

Sampel	Kadar sinamaldehyd (%)	Sisa pelarut (%)
Maltodekstrin: <i>whey</i> (1:3)	26,18 ^a	0,50 ^a
Maltodekstrin: <i>whey</i> (2:2)	36,50 ^b	0,63 ^b
Maltodekstrin: <i>whey</i> (3:1)	43,90 ^b	0,61 ^b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda tiap kolom menunjukkan adanya beda nyata pada $p = 5\%$.

oleoresin kayu manis. Kadar sinamaldehyd pada penelitian ini dinyatakan pada Tabel 2 dalam aldehid total namun setara dengan sinamaldehyd karena telah dikalikan dengan berat molekul sinamaldehyd (Sundari, 2002).

Proporsi maltodekstrin yang lebih banyak dapat menahan sinamaldehyd lebih banyak (Tabel 2) karena maltodekstrin memiliki daya ikat yang kuat (Srihari, 2010) terhadap zat aktif. Hasil ini berkaitan pula dengan kemampuan *whey* sebagai penstabil emulsi minyak dalam air yang sangat baik. *Whey* dapat menurunkan tegangan permukaan antara dua fase karena memiliki sifat ampifilik sehingga minyak yang terdispersi di dalam larutan bahan penyalut akan teremulsi dengan lebih baik dan kehilangan minyak selama proses pengemulsian maupun proses pengeringan dapat diminimalkan.

Dari hasil uji kadar sinamaldehyd ini, penggunaan maltodekstrin semakin tinggi dapat melindungi sinamaldehyd lebih banyak. Namun *whey* memiliki batas maksimal penggunaan sebagai penyalut dimana pada titik penambahan tertentu justru menurunkan fungsi pengemulsi dan menurunkan keefektifannya sebagai penyalut. Hal ini ditunjukkan pula pada penelitian mikroenkapsulasi karoten oncom yang dilakukan oleh Pahlevi (2008) dimana bahan penyalut dengan *whey* mengalami peningkatan total karoten yang tajam dari proporsi 20% ke-30% namun kemudian justru turun pada proporsi 40%. Dengan demikian, penambahan *whey* yang terlalu banyak tidak selalu lebih mampu melindungi zat aktif karena *whey* memiliki batas maksimalnya sebagai pengemulsi dan sebagai bahan penyalut.

Kadar Sisa Pelarut

Analisis kadar sisa pelarut merupakan pengujian penting dalam proses pengolahan pangan berhubungan dengan mutu oleoresin. Semakin sedikit kadar sisa pelarut, maka semakin baik mutu oleoresin tersebut. *Food and Drug Administration* (FDA) memberikan batasan jumlah residu pelarut etanol sebesar 30 ppm. Data analisis sisa pelarut (Tabel 2) menunjukkan residu pelarut yang tinggi dari batas FDA, hal ini diduga disebabkan penggunaan pompa vakum pada *rotary evaporator vacuum* kurang maksimal dan menyebabkan etanol tidak menguap sempurna sehingga berdampak pada tingginya nilai sisa etanol yang masih tertinggal dalam oleoresin kayu manis. Selain itu, adanya pengondisian *spray dryer* seperti laju umpan alir dan suhu *inlet* (Yuliani dkk., 2007) yang kurang optimal juga turut mempengaruhi masih tingginya sisa pelarut etanol pada mikroenkapsul.

KESIMPULAN

Kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan whey (1:3, 2:2, dan 3:1) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rendemen (14,98 - 22,69%), kadar air (6,20 - 7,04%), sisa pelarut (0,50 - 0,63%), kadar sinamaldehyd (26,18 - 43,90%), dan kenampakan mikrostruktur, namun tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap parameter kelarutan mikroenkapsul dalam air (92,85 - 95,24%).

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah membiayai penelitian ini melalui skim Hibah Pusat Keunggulan PNPB UNS Tahun Anggaran 2014 dengan judul "Pemanfaatan Lanjut Flavor Eksotis Produk Generasi Satu Hasil Pengolahan Terintegrasi Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) dengan nomor dan tanggal kontrak penelitian 501/UN27.11/PN/2014 tanggal 16 Juni 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (1997). *Method of Analysis of Association of Official Analytical Chemist*. Washington DC.
- Assagaf, M., Hastuti, P., Hidayat, C., Yuliani, S., dan Supriyadi. (2013). Karakter oleoresin pala (*myristica fragrans houtt*) yang dimikroenkapsulasi : penentuan rasio whey protein concentrate (wpc) : malrodekstrin (md). *Agritech*, 33. 10.22146/agritech.9562.
- Balasubramani, P., Palaniswamy, P. T., Visvanathan, R., Thirupathi, V., Subbayan, A. dan Maran, J. P. (2015). Microencapsulation of garlic oleoresin using maltodextrin as wall material by spray drying technology. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.08.011>.
- Desmawarni. (2007). *Pengaruh komposisi bahan penyalut dan kondisi spray drying terhadap karakteristik mikrokapsul oleoresin jahe*. Institut Pertanian Bogor.
- Efendi, E. (2000). *Mikroenkapsulasi minyak atsiri jahe dengan campuran gum arab – maltodekstrin dan variasi suhu inlet spray drier*. Universitas Gadjah Mada.
- Fardiaz, D., Andarwulan, N., Wijaya, H. dan Puspitasari, N. L. (1992). *Petunjuk praktikum teknik analisa sifat kimia dan fungsional komponen pangan*. Bogor : IPB Press.
- Gardjito, M., Murdiati, A. dan Aini, A. (2006). Mikroenkapsulasi β -karoten buah labu kuning dengan enkapsulan whey dan karbohidrat. *Jurnal Teknologi Pertanian* 2.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A. dan Saurel, R. (2007). Review : Application of spray drying in microencapsulation of food ingredients: an overview. *Food Research International*, 40. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.07.004>.
- Keogh, K. dan Kennedy, B. T. (1999). Milk fat microencapsulation using whey proteins. *International Dairy Journal*, 9. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(99\)00137-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(99)00137-5).
- Koswara, S. (1995). *Teknologi Enkapsulasi Flavor Rempah-rempah*. www.ebookpangan.com.
- Muhiedin, F. (2008). *Efisiensi proses ekstraksi oleoresin lada hitam dengan metode ekstraksi multi tahap*. Universitas Brawijaya.
- Nasrullah, F. (2010). *Pengaruh komposisi bahan pengapsul terhadap kualitas mikrokapsul oleoresin lada hitam (piper nigrum l.)*. Institut Pertanian Bogor.
- Pebrimadewi, E. (2011). *Isolasi sinamaldehyda dari minyak kulit kayu manis sebagai antioksidan*. Institut Pertanian Bogor.
- Prata, A.S, Frascareli, E. C., Silva, V. M, dan Hubinger, M.D. (2010). *Effect of the different wall materials on the physical characteristics and stability of coffee oil microcapsules produced by spray drying*. University of Campinas Brazil.
- Setiawan, S. H. (2004). *Optimasi proses mikroenkapsulasi minyak ikan lemuru (sardinella longiceps) dengan variasi gum arab dan suhu spray drier serta pengaruh penambahan tween 80 selama penyimpanan*. Universitas Gadjah Mada.
- Sheu, T.Y. & Rosenberg, M. (1998). Microstructure of microcapsules consisting of whey proteins and carbohydrates. *Journal of Food Science*, 63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15770.x>.
- Simanjuntak, M. (2007). *Optimasi formulasi mikroenkapsulasi minyak sawit merah menggunakan maltodekstrin, gelatin, dan carboxymethyl cellulose dengan proses thin layer drying*. Institut Pertanian Bogor.
- Srihari, E. (2010). *Pengaruh penambahan maltodekstrin pada pembuatan santan kelapa bubuk*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, ISSN : 1411-4216.
- Sundari, E. (2002). *Pengambilan minyak atsiri dan oleoresin dari kulit kayu manis*. Institut Teknologi Bandung.
- Wangsa, R. dan Nuryati, S. (2007). *Status dan potensi pasar kayu manis organik nasional dan internasional*. www.organicindonesia.org.
- Widiyanto, I. (2011). *Proses ekstraksi oleoresin kayu manis (cinnamomum burmannii): optimasi rendemen dan pengujian karakteristik mutu*. Universitas Negeri Sebelas Maret.

Young. S. L., Sarda. X., dan Rosenberg. M. (1992). Microencapsulating properties of whey protein : combination of whey proteins with carbohydrates. *J. Dairy Sci.*, 76. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77626-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77626-2).

Yuliani, S., Desmawarni, Harimurti, N., dan Yuliani, S.S. (2007). Pengaruh laju alir umpan dan suhu inlet spray drying pada karakteristik mikrokapsul oleoresin jahe. *Jurnal Pascapanen*, 4.