

**PENGARUH BAHAN PENYALUT TERHADAP EFISIENSI ENKAPSULASI
OLEORESIN JAHE MERAH**

***THE INFLUENCE OF COATING MATERIAL ON ENCAPSULATION EFFICIENCY
OF RED GINGER OLEORESIN***

**Jayanudin Jayanudin^{a*}, Rochmadi Rochmadi^b, M. Kemal Renaldi^a, Pangihutan
Pangihutan^a**

^aJurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jenderal
Sudirman km.3 Cilegon-Banten

^bDepartemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Jl. Grafika No. 2
Sleman-Yogyakarta

* email: jayanudin@untirta.ac.id

DOI : 10.20961/alchemy.v13i2.5406

Received 26 January 2017, Accepted 30 May 2017, Published online 1 September 2017

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan bahan penyalut terhadap efisiensi enkapsulasi oleoresin jahe merah dan karakterisasi permukaan mikrokapsul. Proses enkapsulasi diawali dengan melarutkan kitosan dalam asam asetat 1 % dan melarutkan sodium alginate menggunakan akuades yang akan digunakan sebagai bahan penyalut. Oleoresin jahe merah dimasukkan dalam larutan alginate kemudian diaduk, selanjutnya campuran dimasukkan ke dalam larutan kitosan dan ditambahkan tween 80 dan diaduk menggunakan homogenizer untuk membuat emulsi. Emulsi yang terbentuk dimasukkan dalam *spray dryer* untuk dikonversi menjadi bubuk mikrokapsul kemudian analisis efisiensi enkapsulasi dan morfologi permukaan mikrokapsul menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM). Perbedaan bahan penyalut yang digunakan yaitu kitosan, campuran kitosan-alginat dan campuran kitosan-alginat-sodium tripolifosfat (STPP). Rasio berat oleoresin dengan bahan penyalut adalah 1:1, 1:2 dan 1:3. Efisiensi enkapsulasi tertinggi diperoleh pada bahan penyalut campuran kitosan-alginat-sodium tripolifosfat (STPP) dengan rasio 1 : 3 yaitu sebesar 85,714 %.

Kata kunci: efisiensi enkapsulasi, kitosan, oleoresin jahe merah, sodium alginat.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of coating materials on the efficiency of red ginger oleoresin encapsulation and characterization of microcapsule surface. The encapsulation process was started by dissolving chitosan with 1 % (v/v) acetic acid and dissolving sodium alginate using aquadest as a coating material. Red ginger oleoresin was mixed with alginate and then homogenously stirred with chitosan solution and Tween 80 to make an emulsion. The emulsion was converted to a powder of microcapsules using spray dryer. The encapsulation efficiency and surface morphology of microcapsules was analyzed using scanning electron microscopy (SEM). The coating

material used in this study were chitosan, mixture of chitosan-alginate and mixture of chitosan-alginate-sodium tripolyphosphate (STPP). The weight ratio of red ginger oleoresin and the coating material were 1:1, 1:2 and 1:3. The highest encapsulation efficiency was obtained as 85.714% if the coating material used was the chitosan-alginate-sodium tripolyphosphate (STPP) at a weight ratio of 1: 3.

Keywords: chitosan, encapsulation efficiency, red ginger oleoresin, sodium alginate.

PENDAHULUAN

Proses enkapsulasi merupakan suatu proses perlindungan bahan aktif berupa gas, cairan dan padatan menggunakan bahan penyalut atau pembungkus (Bansode *et al.*, 2010). Penggunaan teknologi enkapsulasi terus meningkat seperti pada industri makanan dan minuman, industri farmasi, industri tekstil, dan industri kosmetik. Industri yang paling banyak menggunakan teknologi enkapsulasi adalah industri farmasi, karena berkaitan sebagai sistem pengantaran obat (*drug delivery system*) untuk *controlled release* dari obat yang masuk ke tubuh (Mishra, 2016).

Jenis penyalut yang digunakan untuk proses enkapsulasi harus bersifat tidak beracun dan tidak bereaksi dengan bahan inti. Jenis penyalut juga akan mempengaruhi proses *release* dalam tubuh. Bahan penyalut yang digunakan dalam enkapsulasi dapat terdiri hanya satu jenis penyalut atau penggabungan dari jenis penyalut yang berbeda. Hal ini berkaitan dengan karakterisasi mikrokapsul yang diinginkan, kestabilan mikrokapsul dan metode enkapsulasi yang digunakan. Misalkan enkapsulasi menggunakan metode koaservasi kompleks harus menggunakan dua jenis penyalut yang berbeda muatan untuk membentuk fase pemisahan menjadi fase kaya polimer yang akan digunakan untuk melapisi bahan aktif dan fase miskin polimer (Wise, 2000; Saravan *and* Rao, 2010). Jenis penyalut yang digunakan disesuaikan dengan permasalahan yang akan diselesaikan dan juga tergantung pada jenis bahan aktif yang akan di salut. Formulasi penyalut dapat dikembangkan dari berbagai bahan penyalut, pengubah (*modifiers*) dan pelarut. Jenis bahan penyalut yang digunakan untuk enkapsulasi adalah akasia, albumin, alginat, polimetil metakrilat, etil selulosa, maltodekstrin, polivinil alkohol (Jyothi *et al.*, 2012).

Perbedaan penyalut dapat berpengaruh pada efisiensi enkapsulasi, karena berkaitan dengan jumlah bahan aktif yang dapat tersalut. Pada penelitian ini menggunakan jenis penyalut kitosan dan alginat. Kitosan merupakan biopoliaminosa, bersifat biokompatibel, *biodegradable* dan tidak beracun sehingga aman untuk dikonsumsi (Sinha *et al.*, 2004). Peranan kitosan mulai banyak dikembangkan dalam berbagai industri seperti

industri makanan, industri kosmetik dan industri farmasi. Penggunaan kitosan juga sudah banyak diteliti sebagai penyalut dalam beberapa proses enkapsulasi (Bansal *et al.*, 2011). Alginat adalah polisakarida anionik berasal dari rumput laut coklat yang bersifat biokompatibel dan *biodegradable*, dimana terdiri dari α -D Manuronat dan β -L-Guluronat yang dihubungkan dengan ikatan (1 – 4) dengan berbagai perbandingan G/M. Alginat yang tersedia secara komersial adalah dalam bentuk garamnya yaitu natrium alginat (Wang *et al.*, 2006).

Penggabungan dua jenis penyalut dengan berbeda muatan ini akan menghasilkan nilai efisiensi enkapsulasi yang berbeda dibandingkan menggunakan satu jenis penyalut. Penggabungan penyalut kitosan dan alginat akan menghasilkan interaksi ionik karena berbeda muatan. Alginat dengan ion negatif berasal dari gugus karboksil akan berikatan dengan gugus amino yang bermuatan positif (Friedli *and* Schlager, 2005). Kedua biopolimer ini mudah membentuk kompleksasi polielektrolit (Sezer *and* Akbu a, 1999; Das *et al.*, 2009).

Pengaruh lain dari nilai efisiensi enkapsulasi adalah penggunaan sodium tripolifosfat (STPP) sebagai agen *crosslink*. STPP merupakan polianion yang akan bereaksi secara ionik untuk berikat silang (*crosslink*), sehingga akan mempengaruhi jumlah bahan aktif yang akan tersalut. Peningkatan konsentrasi STPP akan menurunkan nilai efisiensi enkapsulasi karena dapat menyebabkan pembentuk penggumpalan sehingga bahan aktif yang tersalut menjadi sedikit (Jaynudin *et al.*, 2015).

Kitosan dan alginat sebagai penyalut pada proses enkapsulasi digunakan untuk melindungi dan mengatasi kelemahan-kelemahan oleoresin jahe merah seperti sensitif terhadap suhu, udara dan cahaya yang dapat menyebabkan komponen aktifnya terdegradasi. Akibatnya fungsi utama oleoresin sebagai antioksidan, antibakteri dan antikanker (El-Ghorab *et al.*, 2010; Oboh *et al.*, 2012; Yeh *et al.*, 2014; Akimoto *et al.*, 2015) akan hilang. Komponen aktif yang terdapat dalam oleoresin jahe merah adalah *shogaol*, *gingerol* dan *zingiberene* (Nwaoha *et al.*, 2013; Lun *et al.*, 2008; Badreldin *et al.*, 2008; Bhattarai *et al.*, 2007; Wohlmuth *et al.*, 2005).

Metode enkapsulasi yang digunakan adalah *spray drying*, dimana proses ini merubah dari cairan menjadi bubuk kering dengan mengkontakkan medium panas (udara panas). Umpan dapat berupa suspensi, emulsi dan pasta dimana sifat properti dari *powder* tergantung pada sifat fisik dan kimia (Keshani *et al.*, 2015). Kelebihan lain dari *spray drying* adalah kemampuannya untuk menghasilkan powder dengan ukuran partikel dan kadar air tertentu, terlepas dari kapasitas *dryer*. *Spray dryer* dapat dioperasikan secara

kontinyu dan mudah dengan dikendalikan secara otomatis dan waktu yang singkat (Keshani *et al.*, 2015).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan penyalut enkapsulasi oleoresin jahe merah terhadap efisiensi enkapsulasi dan mengetahui karakterisasi mikrokapsul yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Oleoresin jahe merah berasal Lansida Grup, kitosan dari PT. Biotech Surindo dengan derajat deasetilasi (DD) = 87,2 % dan viskositas 37,10 cps, asam asetat glasial 100 % (Merck), n-heksan teknis. Alat penelitian yang digunakan adalah homogenizer IKA-Werk Ultra-Turrax, IKA *magnetic stirrer*, IKA *overhead stirrer*, dan *spray dryer* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Spray dryer.*

Prosedur proses enkapsulasi oleoresin jahe merah

Pada penelitian ini parameter yang akan diuji juga adalah pengaruh rasio antara oleoresin jahe merah dengan bahan penyalutnya. Formulasi untuk rasio 1:1 adalah sebagai berikut: sebanyak 10 g kitosan dilarutkan dalam 1000 mL larutan asam asetat 1 % dan sebanyak 10 g sodium alginat dilarutkan dalam 1000 mL *aquadest*. Setelah membuat larutan kitosan dan alginat, selanjutnya memasukan 20 gram oleoresin jahe merah kedalam 1000 mL larutan alginat dan diaduk menggunakan *overhead stirrer*. Setelah itu campuran oleoresin jahe merah dan alginat dimasukkan kedalam larutan kitosan kemudian diaduk menggunakan homogenizer untuk membentuk emulsi sambil ditambahkan 5 mL tween 80. Emulsi yang terbentuk dimasukan dalam tangki umpan *spray dryer* kemudian dialiran dalam *spray dryer*. Suhu inlet *spray dryer* adalah 120 °C dan suhu outlet 65 °C. Mikrokapsul oleoresin jahe merah yang dihasilkan dianalisis efisiensi enkapsulasi dan karakterisasinya. Prosedur yang sama digunakan untuk penyalut kitosan, dan penyalut

kitosan-alginat-STPP. rasio berat oleoresin jahe merah : penyalut (kitosan+alginate) yaitu 1 : 2 dan 1 : 3. Parameter yang akan diuji juga penambahan sodium tripolifosfat (STPP) dan tanpa STPP terhadap efisiensi enkapsulasi. Penambahan STPP dilakukan pada saat pembuatan emulsi setelah penambahan Tween 80.

Prosedur analisis efisiensi enkapsulasi

Metode penentuan efisiensi enkapsulasi dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Tan *et al.* (2005); Aghbashlo *et al.* (2013); Tonon *et al.* (2011). Perhitungan efisiensi enkapsulasi berdasarkan pada *surface oil* dan *total oil* dari mikrokapsul. *Surface oil* dihitung dengan mencampur 2 g mikrokapsul kering dengan 20 mL heksan kemudian diaduk selama 10 menit pada suhu ruang. Suspensi kemudian disaring dan sisa padatan dibilas lagi dengan 20 mL heksan sebanyak 3 kali. Sisa padatan tersebut kemudian dikeringkan pada suhu 70 °C sampai beratnya konstan. Jumlah *surface oil* dihitung dengan perbedaan berat mikropartikel sebelum dan sesudah dicuci.

Total oil meliputi minyak yang terenkapsulasi dan *surface oil*. Sebanyak 2 g mikrokapsul diekstraksi menggunakan 120 mL heksan dalam soxhlet selama 6 jam untuk memastikan ekstraksi minyak secara lengkap, setelah ekstraksi, bubuk yang sudah habis minyaknya dikeringkan sampai beratnya konstan.

Efisiensi enkapsulasi dapat dihitung dari perubahan *surface oil* dan *total oil*. Berikut ini adalah persamaan 1 - 3 yang digunakan untuk menentukan efisiensi enkapsulasi menurut Tan *et al.* (2005) :

$$\text{Surface oil} = \text{berat awal} - \text{berat akhir mikrokapsul} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Total oil} = \text{berat awal} - \text{berat setelah diekstraksi dengan soxhlet} \dots\dots (2)$$

$$\% \text{ Efisiensi mikroenkapsulasi} = \frac{\text{Total oil} - \text{Surface oil}}{\text{Total oil}} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

Analisis morfologi mikrokapsul menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM)

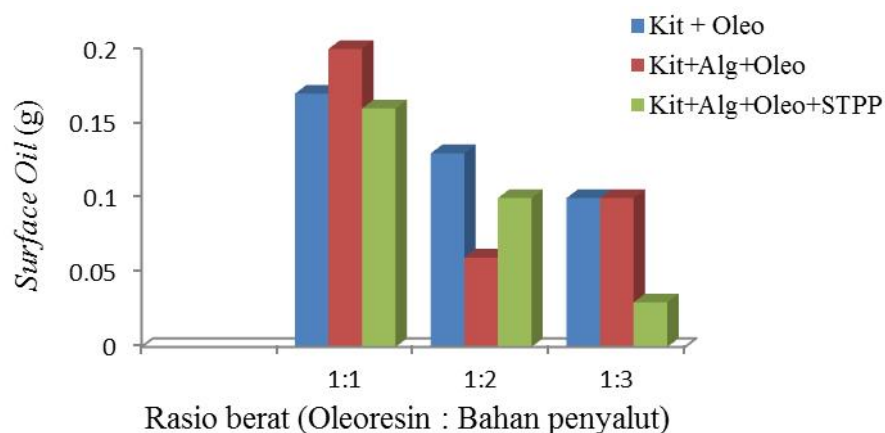
Analisis morfologi mikrokapsul oleoresin jahe merah dilakukan menggunakan Scanning electron microscope (SEM) JEOL-jenis JSM-6510LV dilapisi dengan lapisan tipis dari platinum, resolusi: mode vakum tinggi: 3,0 nm (30 kV) dan mode Vacuum Low: 4.0 nm (30 kV), akselerasi tegangan: 0,5 sampai 30 kV.

PEMBAHASAN

Pengaruh perbedaan bahan penyalut terhadap Surface oil

Surface oil berhubungan dengan jumlah minyak yang terdapat dalam permukaan mikrokapsul, sehingga akan mempengaruhi stabilitas bahan aktif selama proses

penyimpanan. Banyaknya nilai *surface oil* akan mempengaruhi nilai efisiensi enkapsulasi. Semakin banyak nilai *surface oil* akan menurunkan nilai efisiensi enkapsulasi. Hal ini menyebabkan jumlah bahan aktif yang terbungkus semakin berkurang karena minyak banyak menempel pada permukaan, akibatnya akan merusak stabilitas oksidatif mikro kapsul (Pourashouri *et al.*, 2014). Pada Gambar 2 menunjukkan perubahan nilai *surface oil* terhadap perbedaan bahan penyalut dan rasio berat antara oleoresin jahe merah dengan bahan penyalut.



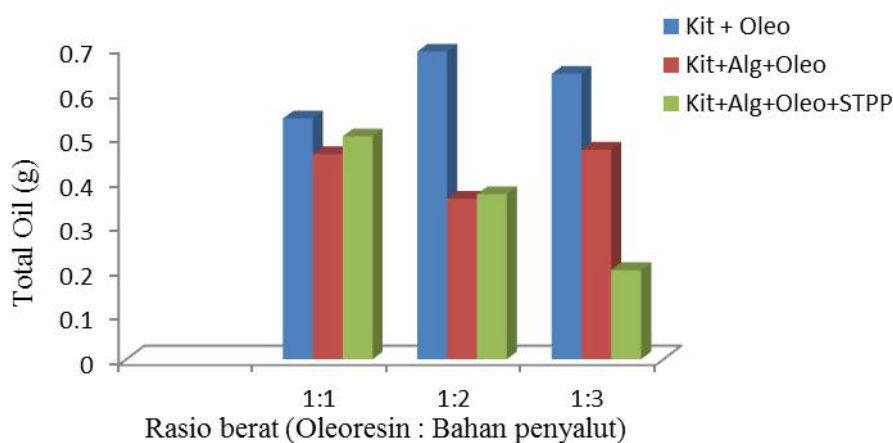
Gambar 2. Pengaruh perbedaan bahan penyalut terhadap *surface oil*.

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin meningkat rasio berat antara oleoresin jahe merah dengan bahan penyalut nilai *surface oil* semakin kecil. Nilai *surface oil* terkecil diperoleh pada rasio 1 : 3 dengan bahan penyalut campuran antara kitosan-alginat yang ditambahkan agen *crosslink* sodium tripolifosfat yaitu sebesar 0,03 g. Peningkatan rasio menunjukkan semakin tingginya jumlah bahan penyalut sehingga viskositas bahan penyalut yang digunakan semakin tinggi. Peningkatan viskositas bahan penyalut akan meningkatkan ketebalan dinding bahan penyalut sehingga akan mengurangi jumlah oleoresin yang keluar dari mikro kapsul selama proses pengeras dinding mikro kapsul. Hal lain yang menyebabkan semakin sedikitnya nilai *surface oil* adalah semakin tinggi rasio berat oleoresin dengan bahan penyalut maka semakin banyak jumlah oleoresin yang tersalut. Pada Gambar 2 juga menunjukkan perubahan nilai *surface oil* pada perbedaan bahan penyalut. Nilai *surface oil* terkecil yaitu pada bahan penyalut kitosan-alginat-STPP. Penggabungan dua jenis penyalut yang berbeda muatan menyebabkan kedua polimer akan saling berinteraksi secara ionik membentuk kompleksasi polielektronik, dimana alginat bermuatan negatif akan berikatan dengan kitosan yang bermuatan positif (Sezer and Akbu a, 1999; Das *et al.*, 2009; Friedli and Schlager, 2005). Efek adanya ikatan antara kitosan dan alginat akan lebih menguatkan dinding mikro kapsul sehingga akan mengurangi

keluarnya oleoresin jahe merah kepermukaan. Faktor lain yang lebih menguatkan dinding mikrokapsul adalah ditambahkan STPP yang mendorong terjadinya reaksi *crosslink* antara kitosan dari NH_3^+ dengan gugus fungsi $\text{P}_3\text{O}_5^{-10}$ dari STPP. Penambahan alginat diharapkan terjadinya kompleksasi polielektronik dengan gugus fungsi $-\text{COO}^-$ dari alginat (Goycoolea *et al.*, 2009; Schatz *et al.*, 2004; Jaynudin *et al.*, 2015).

Pengaruh perbedaan bahan penyalut terhadap *Total oil*

Total oil merupakan jumlah minyak secara keseluruhan dalam mikrokapsul, baik yang tersalut ataupun dalam permukaan mikrokapsul. *Total oil* berpengaruh pada efisiensi enkapsulasi karena meningkatnya jumlah bahan aktif yang tersalut akan meningkatkan efisiensi enkapsulasi. Pada Gambar 3 menunjukkan perubahan nilai total oil pada berbagai jenis bahan penyalut dengan rasio berat oleoresin dan bahan penyalut yang berbeda.

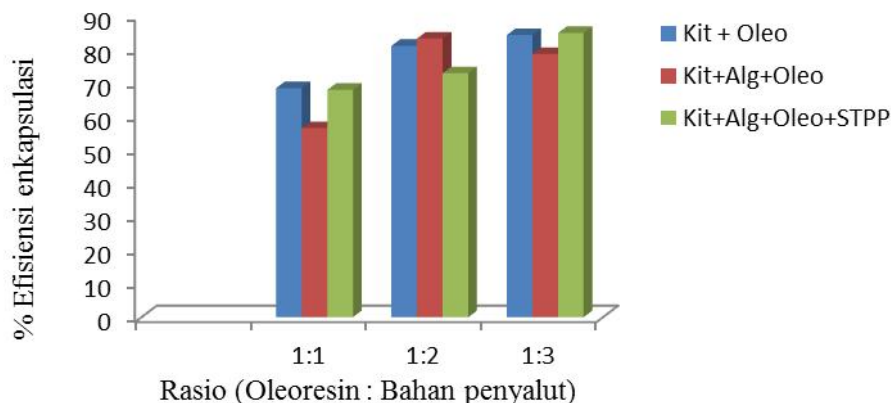


Gambar 3. Pengaruh perbedaan bahan penyalut terhadap *total oil*.

Gambar 3 menunjukkan bahwa jumlah *total oil* berubah secara tidak beraturan, berdasarkan perbedaan rasio berat oleoresin jahe merah dengan bahan penyalut dan juga perbedaan jenis bahan penyalut yang digunakan. Nilai *total oil* yang terbesar dari setiap rasio berat oleoresin dengan bahan penyalut adalah pada bahan penyalut kitosan yaitu sebesar 0,69 g, sedangkan nilai *total oil* yang terkecil pada bahan penyalut campuran antara kitosan-alginat-STPP yaitu sebesar 0,2 g. Untuk menentukan nilai efisiensi enkapsulasi tidak hanya tergantung pada nilai *total oil* tetapi juga tergantung pada jumlah minyak yang terdapat dalam permukaan mikrokapsul. Nilai *total oil* yang besar belum tentu mempunyai nilai efisiensi enkapsulasi yang besar. Perubahan nilai *surface oil* dan *total oil* akan menentukan nilai efisiensi enkapsulasi seperti yang terlihat pada Gambar 4.

Efisiensi enkapsulasi oleoresin jahe merah

Perubahan nilai efisiensi enkapsulasi pada bahan penyalut yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Efisiensi enkapsulasi oleoresin jahe merah pada bahan penyalut berbeda.

Parameter yang mempengaruhi besarnya nilai efisiensi adalah rendahnya solubilitas polimer terhadap pelarut, besarnya konsentrasi polimer, laju penguapan pelarut dan laju pengerasan mikrokapsul. Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin besar rasio berat oleoresin dengan bahan penyalut semakin besar juga nilai efisiensi enkapsulasinya. Nilai efisiensi enkapsulasi terbesar terjadi pada rasio 1 : 3 yaitu sebesar 85 % menggunakan bahan penyalut campuran antara kitosan-alginat yang di crosslink dengan STPP. Nilai enkapsulasi terkecil yaitu pada rasio 1 : 1 dengan bahan penyalut kitosan.

Peningkatan rasio berat oleoresin dengan bahan menyalut menyatakan peningkatan jumlah bahan penyalut yang digunakan, maka viskositas yang digunakan juga meningkat. Peningkatan viskositas penyalut akan menurunkan laju difusi oleoresin jahe merah melalui membran polimer untuk keluar dari mikrokapsul sewaktu proses pengeringan (Ganesh *et al.*, 2010). Nilai efisiensi enkapsulasi kecil pada rasio berat oleoresin dengan bahan penyalut yang rendah menunjukkan bahan penyalut tidak mampu seluruhnya membungkus oleoresin jahe merah. Hal ini ditandai dengan besarnya nilai *surface oil* seperti yang terlihat pada Gambar 2. Hasil yang sama juga didapat dari penelitian yang dilakukan oleh Minemoto *et al.* (2002), dimana berat inti yang meningkat membuat nilai efisiensi enkapsulasi menurun. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah gum arabic yang digunakan sebagai penyalut tidak cukup untuk membungkus seluruh minyak, sehingga nilai efisiensi enkapsulasi menjadi menurun.

Perubahan nilai efisiensi enkapsulasi juga terjadi pada perbedaan jenis penyalut yang digunakan. Pada penyalut kitosan, nilai efisiensi enkapsulasinya lebih kecil dibandingkan dengan penyalut gabungan antara kitosan-alginat dan penyalut kitosan-alginat-STPP. Penggabungan antara kitosan dan alginat menyebabkan terjadi interaksi ikat silang polimer sehingga meningkatkan nilai tortuositas (Sinko 2011; Arianto *et al.*, 2015).

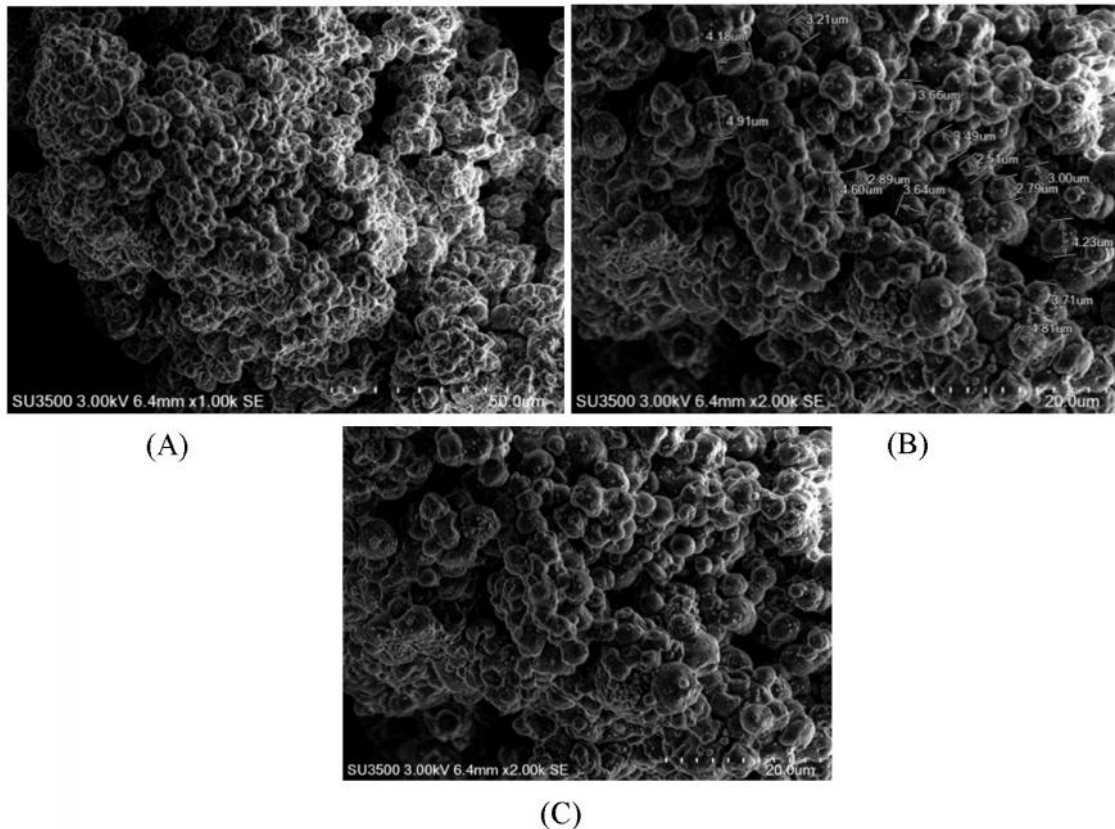
Hal ini dapat menyebabkan dinding mikrokapsul semakin kuat sehingga oleoresin jahe merah tersalut dengan baik tanpa ada oleoresin jahe merah yang mendifusi keluar selama proses pengeringan di *spray dryer*. Pencampuran kitosan-liginat disebut dengan pencampuran *polyblend* dimana interaksi termodinamika antara rantai polimer akan menyebabkan non ideal sehingga terjadi perubahan viskositas larutan campuran (Meng *et al.*, 2010).

Penambahan agen *crosslink* STPP akan lebih menguatkan jaringan di sistem. STPP akan berinteraksi dengan kitosan, sehingga rantai-rantai polimer kitosan akan semakin rapat ditambah dengan adanya alginat membuat rantai polimer semakin rapat. Campuran antara kitosan-alginat dan ditambahkan STPP akan membuat reaksi ionik, dimana polianion STPP dan alginat akan bereaksi dengan polikation kitosan sehingga akan menghasilkan matriks yang lebih kuat. Hal ini ditandai dengan besarnya nilai efisiensi enkapsulasi yang dapat ditunjukkan pada Gambar 4.

Karakterisasi mikrokapsul oleoresin jahe merah

Pada Gambar 5 menunjukkan analisis morfologi mikrokapsul oleoresin jahe merah menggunakan *scanning Electron Microscope* (SEM). Analisis SEM menunjukkan bahwa mikrokapsul yang dihasilkan dengan metode *spray drying* masih saling menempel satu sama lain. Hal ini disebabkan karena masih tingginya kelembaban dari mikrokapsul. Kandungan air dimikrokapsul belum semuanya teruapkan sehingga terlihat saling menempel. Berdasarkan bentuknya sudah terlihat menghasilkan bulat secara sempurna, walaupun adalah mikrokapsul yang terlihat mengerut. Hal ini terjadi karena pada mikrokapsul tersebut sebagian inti (oleoresin jahe merah) mengalami penguapan selama pengeringan, sehingga mikrokapsul yang dihasilkan mengalami pengerutan.

Proses penguapan inti mikrokapsul dapat disebabkan oleh suhu *spray dryer* yang tinggi atau lapisan dinding mikrokapsul yang tipis. Suhu *spray dryer* berpengaruh pada laju pengeringan, semakin tinggi suhu inlet *spray dryer* laju pengeringan semakin tinggi dan mampu menghasilkan bentuk permukaan mikrokapsul yang sempurna. Suhu *spray dryer* terlalu tinggi dapat menyebabkan beberapa inti akan mendifusi keluar dan menguap, sehingga menghasilkan mikrokapsul yang mengerut. Konsentrasi polimer sebagai penyalut juga mempengaruhi bentuk morfologi permukaan mikrokapsul. Viskositas polimer yang kecil akan menghasilkan dinding mikrokapsul yang tipis sehingga akan memudahkan bahan inti bermigrasi keluar mikrokapsul. Hal ini juga dapat menghasilkan mikrokapsul yang mengerut karena tidak memiliki inti mikrokapsul.



Gambar 5. Analisis mikrokapsul oleoresin jahe merah dengan *scanning electron microscope* (SEM), (A) kitosan : oleoresin; (B) kitosan : alginat : oleoresin; (C) kitosan : alginat : oleoresin : STPP.

KESIMPULAN

Perbedaan jenis penyalut dapat mempengaruhi perubahan nilai efisiensi enkapsulasi. Penggunaan gabungan kitosan-alginat ditambah dengan agen *crosslink* sodium tripolifosfat akan menghasilkan nilai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan hanya menggunakan kitosan sebagai penyalut. Nilai efisiensi enkapsulasi juga dipengaruhi oleh rasio berat antara oleoresin jahe merah dengan berat bahan penyalut. Semakin tinggi besar rasio maka nilai efisiensi enkapsulasi semakin besar. Efisiensi terbesar adalah 85,714 % diperoleh dari rasio kitosan-alginat : oleoresin sebesar 3 : 1 dengan menggunakan sodium tripolifosfat. Analisis karakterisasi mikrokapsul oleoresin jahe merah menggunakan SEM, terlihat bahwa bentuk mikrokapsul sebagian besar bentuk bulat sempurna walaupun masih saling menempel satu sama lain karena kelembabannya masing tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini disampaikan untuk Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa atas fasilitas penelitian yang disediakan dan juga Departemen Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada atas kerja sama dan bimbingan, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghbashlo, M., Mobli, H., Madadlou, A., and Rafiee, S., 2013. Influence of Wall Material and Inlet Drying Air Temperature on the Microencapsulation of Fish Oil by Spray Drying. *Food and Bioprocess Technology* 6, 1561-1569.
- Akimoto, M., Iizuka, M., Kanematsu, R., Yoshida, M., and Takenaga, K., 2015. Anticancer Effect of Ginger Extract against Pancreatic Cancer Cells Mainly through Reactive Oxygen Species Mediated Autotic Cell Death. *PLoS ONE* 10, e0126605.
- Arianto, A., Bangun, H., Harahap, U., and Ilyas, S., 2014. The comparison of swelling, mucoadhesive, and release of ranitidine from spherical matrices of alginate, chitosan, alginate-chitosan, and calcium alginate-chitosan. *International Journal of PharmTech Research* 6, 2054-2063.
- Badreldin, H.A., Gerald, B., Musbah, O.T., and Nemmar, A., 2008. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale Roscoe*): A review of recent research. *Food and Chemical Toxicology* 46, 409–420.
- Bansode, S.S., Banarjee, S.K., Gaikwad, S.L., Jadhav, R., and Thorat, R.M., 2010. Microencapsulation : A Review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research* 1, 38-43.
- Bansal, V., Sharma, K.P, Sharma, N., Pal, P.O., and Malviya, R., 2011. Applications of chitosan and chitosan derivatives in drug delivery. *Advances in Biological Research* 5, 28-37.
- Bhattarai, S., Tran Van, H., and Duke, C.C., 2001. The stability of gingerol and shogaol in aqueous solutions. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 90, 1658–1664.
- Das, R.K., Kasoju, N., and Bora, U., 2010. Encapsulation of curcumin in alginate-chitosan-pluronic composite nanoparticles for delivery to cancer cells. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine* 6, 153–160.
- El-Ghorab, A.H., Nauman, M., Anjum, F.M., Hussain, S., and Nadeem, M., 2010. A Comparative Study on Chemical Composition and Antioxidant Activity of Ginger (*Zingiber officinale*) and Cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 8231–8237.
- Friedli, A.C. and Schlager, I.R., 2005. Demonstratin encapsulation and release: A new take on alginate complexation and the nylon rope trick, *Journal of Chemical Education* 82, 1017-1020.
- Ganesh, S, Kumar, D.S, Kumar, B.S, Abhilash, R., Bharadwaj, P.S, Prudhviraj, K.V.S., Mohammed, I., and Pravalika, T., 2010. Controlled release formulation and evaluation of idarubicin microsphere using biodegradable hydrophilic and

hydrophobic polymer mixtures. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 3, 179-182

- Goycoolea, F.M., Lollo, G., Remunan-Lopez, C., Quaglia, F., and Alonso, M.J., 2009. Chitosan-alginate blended nanoparticles as carriers for the transmucosal delivery of macromolecules. *Biomacromolecules* 10, 1736-1743.
- Jayanudin, Rochmadi, Wiratni, Yulvianti, M., Barleany, D.R., and Ernayati, W., 2015. Encapsulation red ginger oleoresin (*Zingiber officinale var. rubrum*) with chitosan-alginate as wall material using spray drying. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 10, 1370-1378.
- Jyothi, S.S., Seethadevi, A., Prabha, K.S., Muthuprasanna, P., and Pavitra, P., 2012. Microencapsulation: Review. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* 3, 509-531.
- Keshani, S, Daud, W.R.W., Nourouzi, M.M., Namvar, F., and Ghasemi, M., 2015. Spray drying: An overview on wall deposition, process and modeling. *Journal of Food Engineering* 146, 152-162.
- Lun, L.C., Derong, T., and Le, L., 2008. Research on the extracting and anti-oxidation dynamic characteristics of ginger oleoresin. *International Journal of Food Science & Technology* 43, 517-525.
- Meng, X., Tian, F., and Yang, J., 2010. Chitosan and alginate polyelectrolyte complex membranes and their properties for wound dressing application. *The Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 21, 1751-1759.
- Minemoto, Y., Hakamata, K., Adachi, S., and Matsuno, R., 2002. Oxidation of linoleic acid encapsulated with gum arabic or maltodextrin by spray-drying. *Journal of Microencapsulation* 19, 181-189.
- Mishra, M., 2016. *Handbook of Encapsulation and Controlled Release*. CRC Press Taylor & Francis Group. pp. 1-15.
- Nwaoha, M, Elizabeth, I., Okafor., Ifeanyi, G, and Veronica, A.O., 2013. Production of oleoresin from ginger (*Zingiber officinale*) peels and evaluation of its antimicrobial and antioxidative properties. *African Journal of Microbiology Research* 7, 4981-4989.
- Oboh, G., Ayodele, J.A., and Adedayo, O.A., 2012. Antioxidant and inhibitory effect of red ginger (*Zingiber officinale var. Rubra*) and white ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) on Fe²⁺ induced lipid peroxidation in rat brain in vitro. *Experimental and Toxicologic Pathology* 64, 31- 36.
- Pourashouri, P., Shabanpour, B., Razavi, S.H, Jafari, S.M., Shabani, A., and Aubourg, S.P., 2014. Impact of Wall Materials on Physicochemical Properties of Microencapsulated Fish Oil by Spray Drying. *Food and Bioprocess Technology* 7, 2354-2365.
- Saravanan, M., and Rao, K.P., 2010. Pectin-gelatin and alginate-gelatin complex coacervation for controlled drug delivery: Influence of anionic polysaccharides and drugs being encapsulated on physicochemical properties of microcapsules. *Carbohydrate Polymers* 80, 808-816.
- Sinko, J.P., 2011. *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, Sixth Edition, Wolters Kluwer, Philadelphia, pp. 248-250.

- Sinha, V.R., Singla, A.K., Wadhawan, S., Kaushik, R., Kumria, R., Bansal, K., and Dhawan, S., 2004. Chitosan microspheres as a potential carrier for drugs. *International Journal of Pharmaceutics* 274, 1-33.
- Schatz, C., Domard, A., Viton, C., Pichot, C and Delair, T., 2004. Versatile and efficient formation of colloids of biopolymer-based polyelectrolyte complexes. *Biomacromolecules* 5, 1882-1892.
- Sezer and Akbu a, 1999. Release characteristics of chitosan treated alginate beads: I. Sustained release of a macromolecular drug from chitosan treated alginate beads. *Journal of Microencapsulation* 16, 195-203.
- Tan, L.H., Chan, L.W., and Heng, P.W., 2005. Effect of oil loading on microspheres produced by spray-drying. *Journal of Microencapsulation* 22, 253-259.
- Tonon, R.V., Grosso, C.R.F., and Hubinger, M.D., 2011. Influence of emulsion composition and inlet air temperature on the microencapsulation of flaxseed oil by spray drying. *Food Research International* 44, 282-289.
- Wang, C., Harris, W.S., Chung, M., Lichtenstein, A.H., Balk, E.M., Kupelnick, B., Jordan, H.S., and Lau, J., 2006. n-3 fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not alpha-linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary- and secondary-prevention studies: A systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition* 84, 5-17.
- Wise, D.L., 2000. *Handbook of Pharmaceutical Controlled Release Technology*. (ed). CRC Press, pp.306-307.
- Wohlmuth, H., Leach, D.N., Smith, M.K., and Myers, S., 2005. Gingerol Content of Diploid and Tetraploid Clones of Ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 5772-5778.
- Yeh, H.Y., Chuang, C.H., Chen, H.C., Wan, C.J., Chen, T.L., and Lin, L.Y., 2014. Bioactive components analysis of two various gingers (*Zingiber officinale Roscoe*) and antioxidant effect of ginger extracts. *LWT - Food Science and Technology* 55, 329-334.