

Artikel Penelitian

# Mikroenkapsulasi Senyawa Fenolik Ekstrak Daun Kenikir (*Cosmos caudatus* K.)

## *Microencapsulation Of Phenolic Compounds From Cosmos caudatus K. Leaves Extract*

Tagor Marsillam Siregar\*, Clarine Kristanti

Laboratorium Kimia, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan, Jakarta

\*Korespondensi dengan penulis (tagor.siregar@uph.edu)

Artikel ini dikirim pada tanggal 27 September 2018 dan dinyatakan diterima tanggal 25 Februari 2019. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2019

### Abstrak

Daun Kenikir (*Cosmos caudatus* K.) memiliki kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan tinggi yang telah diketahui sensitif terhadap cahaya, oksigen dan panas. Enkapsulasi dapat melindungi senyawa fenolik dalam ekstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh rasio bahan inti dan bahan penyalut (1:10 dan 1:20) dan suhu inlet spray dryer (125, 150 dan 175°C) terhadap karakteristik mikrokapsul. Pada penelitian tahap pendahuluan, daun kenikir diekstraksi menggunakan pelarut etanol, kemudian ekstrak yang diperoleh dianalisis aktivitas antioksidan dan total fenolik. Pada tahap selanjutnya ekstrak dienkapsulasi dan mikrokapsul yang diperoleh dianalisis *powder recovery*, kandungan total fenolik, efisiensi enkapsulasi, aktivitas antioksidan dan ukuran partikel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio bahan inti dan bahan penyalut dan suhu inlet spray dryer mempengaruhi *powder recovery*, total fenolik, efisiensi enkapsulasi, aktivitas antioksidan dan ukuran partikel mikrokapsul. Perlakuan dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut sebesar 1:20 dan suhu inlet spray dryer 125°C menghasilkan mikrokapsul dengan *powder recovery* 59,87%, total fenol 24,644 mgGAE/g sampel, efisiensi enkapsulasi 98,820%, aktivitas antioksidan (IC<sub>50</sub>) 1711,804 ppm dan ukuran partikel 1,55 µm. Kesimpulannya, rasio bahan inti dan bahan penyalut serta suhu inlet spray drying merupakan faktor yang sangat berperan penting dalam karakteristik mikrokapsul.

Kata kunci: antioksidan, *Cosmos caudatus* K., mikroenkapsulasi, fenol, *spray drying*

### Abstract

*Cosmos caudatus* K. leaves are high in total phenolic content and antioxidant activity that are sensitive to light, oxygen, and heat. Encapsulation process may protect the phenolic compounds of extract. This research was aimed to study the effect of the leaves extract and coating ratio (1:10 and 1:20) and various spray drying inlet temperatures (125, 150, and 175°C) towards the characteristics of microcapsules. In preliminary stage, *Cosmos caudatus* K. leaves were extracted with ethanol. The extract was analyzed for antioxidant activity and total phenolic content. In the beginning stage, the extract were encapsulated. The microcapsules were analyzed for powder recovery, total phenolic content, encapsulation efficiency, antioxidant activity, and particle size. As results, the extract and coating ratio as well as inlet temperature affected the powder recovery, total phenolic content, encapsulation efficiency, antioxidant activity, and particle size of microcapsules. Microcapsules with ratio of 1:20 and inlet temperature of 125°C provided the best result with powder recovery 59.87%, total phenolic content 24.644 mg GAE/g sample, encapsulation efficiency 98.820%, IC<sub>50</sub> 1711.804 ppm, and particle size 1.55 µm. As conclusion, the extract leaves and coating ratio as well as inlet temperature effected the characteristic of microencapsules.

Keywords: antioxidant, *Cosmos caudatus* K., microencapsulation, phenolic compounds, *spray drying*

### Pendahuluan

Kenikir (*Cosmos caudatus* K.) merupakan tanaman yang dapat ditemukan di wilayah Amerika Tengah dan Asia Tenggara (Cheng *et al.*, 2015). Daun kenikir memiliki berbagai manfaat, seperti antihipertensi, antidiabetes, dan antiinflamasi, serta meningkatkan sirkulasi darah, memperkuat struktur tulang, dan mengobati luka (Amna *et al.*, 2013; Chan *et al.*, 2016; Rahman *et al.*, 2017). Daun kenikir memiliki kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan yang tinggi. Ekstrak etanol dari daun kenikir memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC<sub>50</sub> 72 µg/ml dan kandungan senyawa fenolik sebesar 377,1 mg GAE/g sampel (Mediani *et al.*, 2013; Rahman *et al.*, 2016).

Mikroenkapsulasi adalah proses penyalutan bahan inti (*core*) yang berwujud partikel padat, cairan,

atau gas dengan menggunakan bahan penyalut (*coating*). Proses ini bertujuan untuk melindungi bahan inti berupa senyawa bioaktif seperti senyawa fenolik dari berbagai pengaruh lingkungan seperti cahaya, oksigen, air, dan suhu (Sobel *et al.*, 2014). Metode yang paling umum digunakan dalam mikroenkapsulasi senyawa fenolik adalah *spray drying* karena prosesnya yang sederhana dan relatif murah. Dalam proses mikroenkapsulasi, rasio bahan inti dan bahan penyalut serta suhu *inlet* pada *spray drying* dapat mempengaruhi karakteristik dari mikrokapsul yang dihasilkan (Cilek *et al.*, 2012; Mishra *et al.*, 2014). Menurut Cilek *et al.*, 2012, Mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut 1 : 20 memiliki efisiensi enkapsulasi yang lebih tinggi (92,26%) dan ukuran partikel yang lebih kecil

dibandingkan dengan mikrokapsul dengan dengan rasio 1 : 10 (efisiensi enkapsulasi 77,83%).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh rasio bahan inti dan bahan penyalut serta suhu *inlet spray drying* terhadap *powder recovery*, kandungan total fenolik, efisiensi enkapsulasi, aktivitas antioksidan, dan ukuran partikel mikrokapsul ekstrak daun kenikir.

## Materi dan Metode

### Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kenikir (*Cosmos caudatus* K.) yang diperoleh dari Pasar Kelapa Dua, Tangerang, Banten, *whey protein isolate*, dan maltodekstrin. Alat yang digunakan adalah *cabinet dryer* (lokal), Büchi *rotary evaporator* (R-210, Switzerland), timbangan analitik (Mettler Toledo, USA), ultrasonikator (Krisbow, China), Büchi *mini spray dryer* (B-290, Switzerland), spektrofotometer *visible* (Genesys 20, USA), dan mikroskop (Olympus CX3, USA).

### Ekstraksi Daun Kenikir

Proses ekstraksi daun kenikir menggunakan pelarut etanol, dilakukan berdasarkan metode Noriham *et al.* (2015) yang dimodifikasi. Sebelum dilakukan proses ekstraksi, daun kenikir dicuci dengan air lalu dikeringkan dalam *cabinet dryer* pada suhu 40°C hingga kadar air di bawah 10%. Setelah itu, daun kering dihaluskan dengan *dry blender* dan diayak dengan ayakan 35 mesh. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi selama 24 jam pada suhu ruang dengan perbandingan serbuk daun dan etanol yaitu 1:10.

### Mikroenkapsulasi Ekstrak Daun Kenikir

Mikroenkapsulasi dilakukan dengan metode *spray drying*. Bahan inti, yaitu ekstrak etanol daun kenikir dan bahan penyalut, yaitu maltodekstrin dan *whey protein isolate* dengan rasio 1:1, dicampurkan sehingga menghasilkan larutan dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut adalah 1:10 dan 1:20 (0,4 g dan 0,2 g massa kering bahan inti dengan 4 g massa kering bahan penyalut) lalu dilarutkan dengan air hingga 500 ml. Setelah itu, dilakukan ultrasonikasi dengan frekuensi 47 kHz selama 90 menit dan *spray drying* dengan suhu *inlet* 125, 150, dan 175°C, *aspirator* 100%, *pump* 35%, dan *flow rate* 40 mm (Paini *et al.*, 2015).

### Kadar Air dan Powder Recovery

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven (AOAC, 2005). Penentuan *Powder recovery* (PR) dilakukan sesuai dengan Leon-Martinez *et al.* (2010) dan ditentukan dengan membandingkan massa bubuk yang didapatkan setelah *spray drying* dengan massa padatan sebelum *spray drying*.

### Kandungan Total Fenolik

Kandungan senyawa fenolik ditentukan menggunakan pereaksi Folin-Ciocalteu dan dilakukan menurut Anesini *et al.* (2008). Ekstrak dilarutkan dalam etanol, kemudian larutan sebanyak 0,3 ml ditambahkan dengan 1,5 ml pereaksi Folin-Ciocalteu 10% dan 1,2 ml

larutan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 7,5%. Larutan kemudian divortex dan diinkubasi selama 1 jam pada suhu ruang. Setelah itu, absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 765 nm. Prosedur diulangi untuk menganalisis kandungan total fenolik dari larutan *feed* dan mikrokapsul, namun larutan *feed* dan mikrokapsul dilarutkan dalam air. Larutan asam galat digunakan sebagai standar dan hasil analisis kandungan total fenolik dinyatakan dalam mg GAE/g sampel.

### Efisiensi Enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi merupakan perbandingan antara kandungan total fenolik yang terenkapsulasi dengan kandungan total fenolik dari larutan sebelum enkapsulasi. Penentuan efisiensi enkapsulasi (%) dilakukan sesuai dengan Isailovic *et al.* (2012).

### Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan ditentukan menggunakan pereaksi DPPH dan dilakukan sesuai dengan Amin dan Lee, (2005). Ekstrak dilarutkan dengan etanol dan larutan ekstrak sebanyak 0,5 ml ditambahkan dengan 1,5 ml larutan etanol DPPH 0,2 mM kemudian larutan divortex dan disimpan dalam kondisi gelap selama 30 menit pada suhu ruang. Setelah itu, absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm dengan etanol sebagai blanko. Etanol dan larutan DPPH digunakan sebagai kontrol. Prosedur tersebut diulangi untuk analisis aktivitas antioksidan larutan mula-mula dan mikrokapsul, namun pelarut yang digunakan adalah air. Persen inhibisi dapat dihitung dengan perhitungan absorbansi kontrol dikurangi absorbansi sampel lalu dibagi absorbansi kontrol dikalikan 100%. Nilai  $\text{IC}_{50}$  sampel diperoleh dari persamaan regresi linear  $y = 0,5573x + 6,1244$ , dengan  $R^2 = 0,9971$ .

### Ukuran Partikel

Penentuan ukuran partikel dilakukan menurut Frascareli *et al.* (2011) dengan modifikasi. Ukuran partikel dari mikrokapsul ditentukan dengan cara mengamati mikrokapsul di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000 kali. Diameter partikel diukur dengan menggunakan *software* Olympus Stream Start.

### Analisis Data

Rancangan percobaan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor, yaitu rasio bahan inti dan bahan penyalut sebesar 1:10 dan 1:20 serta suhu *inlet spray drying*, yaitu 125, 150, dan 175°C. Percobaan dilakukan dengan tiga kali pengulangan. Data dianalisis secara statistik dengan ANOVA menggunakan *software* SPSS versi 22.

## Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Ekstrak Etanol Daun Kenikir dan Bahan Penyalut

Hasil analisis pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rendemen dari ekstrak daun kenikir adalah 5,33%. Hasil penelitian Javadi *et al.* (2014) menunjukkan bahwa

rendemen dari ekstrak etanol daun kenikir adalah 21,0%. Rendemen ekstrak yang lebih tinggi tersebut disebabkan oleh ekstraksi yang dilakukan dengan metode sonikasi (Moshawih *et al.*, 2017). Kandungan senyawa fenolik ekstrak daun kenikir adalah 312,075 mg GAE/g sampel. Berdasarkan hasil penelitian Rahman *et al.* (2016), kandungan fenolik total pada ekstrak etanol daun kenikir adalah 377,1 mg GAE/g sampel. Kandungan senyawa fenolik yang lebih tinggi pada penelitian Rahman *et al.* (2016) dapat disebabkan oleh metode pengeringan yang dilakukan dengan *freeze dryer*, sedangkan dalam penelitian ini daun kenikir dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* dengan suhu 40°C. Senyawa fenolik merupakan senyawa yang sensitif terhadap panas sehingga pengeringan dengan suhu yang lebih tinggi dapat menyebabkan penurunan kandungan senyawa fenolik (Sari *et al.*, 2012). Ekstrak daun kenikir dapat dikategorikan sebagai ekstrak dengan kandungan senyawa fenolik yang tinggi (>50 mg GAE/g sampel) (Rufino *et al.*, 2010).

Tabel 1. Karakteristik ekstrak daun kenikir

Parameter	Kadar
Kadar air (%)	6,1840 ± 0,1117
Rendemen (%)	5,33 ± 0,25
Total fenolik (mg GAE/g sampel)	312,075 ± 4,772
IC <sub>50</sub> (ppm)	74,556 ± 3,466

Tabel 2 Karakteristik Bahan Penyalut

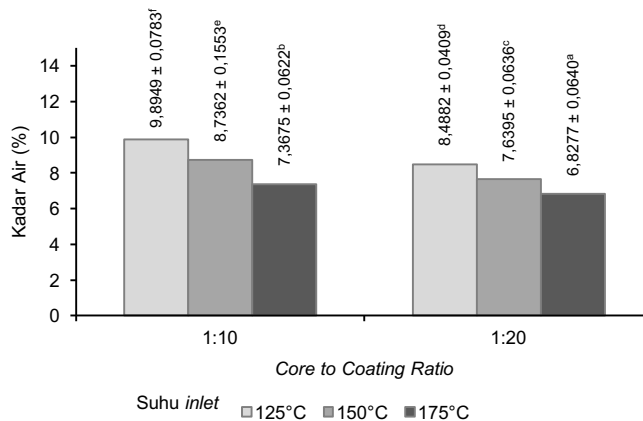
Bahan penyalut	Kadar air (%)	Total fenolik (mg GAE/g sampel)	IC <sub>50</sub> (ppm)
Maltodekstrin	7,4246±0,0292	-	> 5000
Whey Protein Isolate	7,8141±0,1003	-	> 5000

Hasil analisis menunjukkan bahwa ekstrak daun kenikir memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 74,556 ppm. Hasil penelitian Mediani *et al.* (2013) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun kenikir memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC<sub>50</sub> 72 µg/ml. Berdasarkan klasifikasi aktivitas antioksidan menurut Jun *et al.* (2003), ekstrak daun kenikir dapat dikategorikan sebagai ekstrak yang aktif yang mempunyai IC<sub>50</sub> berkisar 50-100 µg/ml. Hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa bahan penyalut tidak memberikan kontribusi terhadap kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan pada larutan *feed* atau larutan mula-mula.

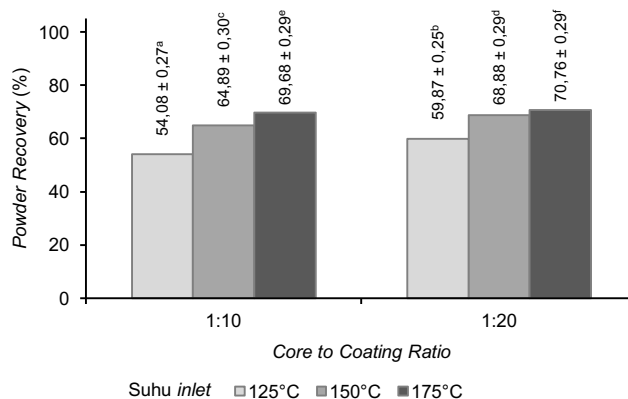
#### Kadar Air Mikrokapsul Ekstrak Daun Kenikir

Figur 1 menunjukkan bahwa mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut pada rasio 1:10 memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikrokapsul dengan rasio 1:20 pada suhu *inlet* yang sama. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Saikia *et al.* (2015) yang menunjukkan bahwa mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut pada 1:10 memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikrokapsul dengan rasio 1:20. Hasil penelitian Ho *et al.*, (2015) juga menunjukkan bahwa penurunan rasio bahan inti dan bahan penyalut dari 1:1 ke 1:4 menyebabkan

penurunan kadar air bubuk. Hal ini dapat disebabkan oleh viskositas larutan *feed*, dimana larutan *feed* dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut sebesar 1:10 mengandung 0,4 g ekstrak dan larutan *feed* dengan rasio 1:20 mengandung 0,2 g ekstrak sehingga larutan *feed* dengan rasio 1:10 memiliki viskositas yang lebih tinggi. Menurut Ho *et al.* (2015), viskositas larutan *feed* yang lebih tinggi dapat menyebabkan ukuran *droplet* semakin besar sehingga difusi air dari dalam ke lapisan luar *droplet* terhambat dan kadar air bubuk meningkat.



Figur 1. Kadar air mikrokapsul  
 Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p \leq 0,05$ )



Figur 2. Powder recovery mikrokapsul  
 Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p \leq 0,05$ )

#### Powder Recovery

Berdasarkan Figur 2, mikrokapsul dengan rasio bahan inti:bahan penyalut 1:10 memiliki *powder recovery* yang lebih rendah dibandingkan mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut 1:20 pada suhu *inlet* yang sama. Hasil penelitian Ho *et al.* (2015) menunjukkan bahwa penurunan rasio bahan inti:bahan penyalut menyebabkan *powder recovery* dari mikrokapsul meningkat. Menurut Quek *et al.* (2007), peningkatan jumlah bahan penyalut dapat menyebabkan peningkatan *powder recovery* mikrokapsul yang dihasilkan. Hal ini berkaitan dengan kadar air, dimana mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut 1:10 memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut

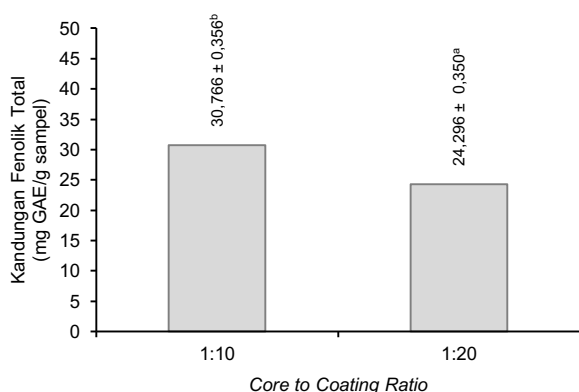
1:20. Semakin kering bubuk hasil *spray dry*, maka semakin sedikit bubuk yang menempel pada dinding *drying chamber* dan semakin banyak bubuk yang terkumpul sehingga *powder recovery* dapat meningkat (Quek *et al.*, 2007).

Hasil analisis pada Figur 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu *inlet spray drying*, maka *powder recovery* mikrokapsul yang dihasilkan dapat semakin tinggi. Hasil penelitian Jatupornwipat *et al.* (2017) dan Ho *et al.* (2015) juga menunjukkan kenaikan suhu *inlet* dapat meningkatkan *powder recovery*. Menurut Quek *et al.* (2007), semakin kering bubuk hasil *spray dry*, maka bubuk yang akan menempel pada dinding *drying chamber* semakin sedikit sehingga bubuk yang terkumpul akan semakin banyak dan *powder recovery* bubuk dapat meningkat.

### Kandungan Total Fenolik

Mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut sebesar 1:10 memiliki kandungan total fenolik yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut 1:20 seperti yang dapat dilihat pada Figur 3. Hal ini disebabkan oleh perbedaan jumlah bahan inti (ekstrak daun kenikir) yang digunakan dalam pembuatan larutan *feed* dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut 1:10 dan 1:20, yaitu masing-masing sebesar 0,4 g dan 0,2 g.

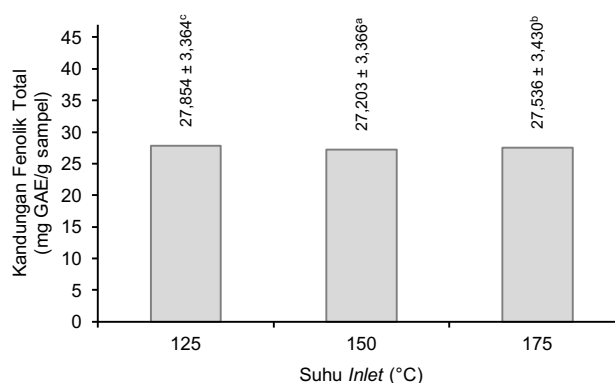
Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu inlet *spray drying* mempengaruhi kandungan total fenolik mikrokapsul, seperti yang dapat dilihat pada Figur 4. Mikrokapsul dengan suhu *inlet* 125°C memiliki kandungan total fenolik yang lebih tinggi dibandingkan mikrokapsul dengan suhu *inlet* 150°C. El-Hamzy dan El-Kholany (2014) menyatakan bahwa kenaikan suhu *inlet spray drying* dari 120°C ke 160°C menyebabkan penurunan kandungan total fenolik, dimana mikrokapsul dengan perlakuan suhu *inlet spray drying* 175°C memiliki kandungan total fenolik yang lebih tinggi dibandingkan mikrokapsul dengan perlakuan suhu *inlet* 150°C. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh El-Hamzy dan El-Kholany (2014) menunjukkan bahwa kandungan total fenolik mikrokapsul meningkat pada suhu *inlet* diatas 160°C.



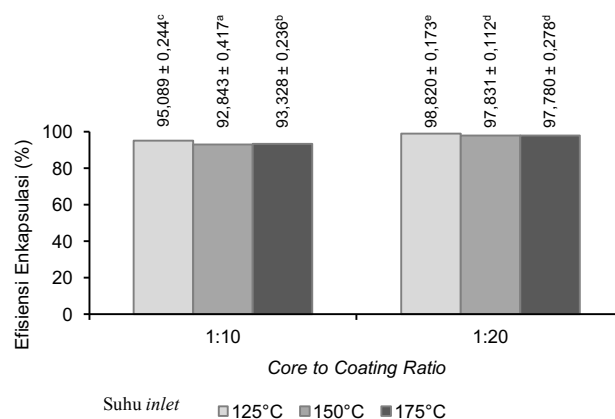
Figur 3. Pengaruh rasio bahan inti:bahan penyalut terhadap kandungan total fenolik mikrokapsul  
 Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p \leq 0,05$ )

### Efisiensi Enkapsulasi

Mikrokapsul dengan rasio bahan inti:bahan penyalut 1:20 memiliki efisiensi enkapsulasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikrokapsul dengan rasio bahan inti:bahan penyalut 1:10 seperti yang dapat dilihat pada Figur 5. Hasil penelitian Akdeniz *et al.* (2017) dan Cilek *et al.* (2012) menunjukkan efisiensi enkapsulasi mikrokapsul dengan rasio 1:20 dapat lebih tinggi dibandingkan dengan rasio 1:10. Hasil penelitian Ho *et al.* (2015) menunjukkan bahwa penurunan rasio bahan inti dan bahan penyalut dapat meningkatkan efisiensi enkapsulasi senyawa fenolik karena terbentuknya dinding dari bahan penyalut selama proses *spray drying* sehingga semakin banyak bahan penyalut, maka dinding yang dapat melindungi bahan inti dapat terbentuk dengan lebih baik.



Figur 4. Pengaruh suhu *inlet spray drying* terhadap kandungan total fenolik mikrokapsul  
 Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p \leq 0,05$ )



Figur 5. Efisiensi enkapsulasi mikrokapsul  
 Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p \leq 0,05$ )

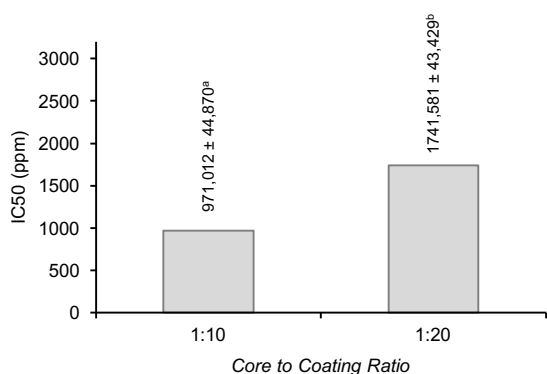
Mikrokapsul dengan perlakuan suhu *inlet spray drying* 125°C memiliki efisiensi enkapsulasi yang lebih tinggi dibandingkan mikrokapsul dengan perlakuan suhu *inlet* 150°C seperti yang dapat dilihat pada Figur 5. Hal ini menunjukkan kandungan total fenolik mikrokapsul dengan perlakuan suhu *inlet* 125°C lebih tinggi dibandingkan kandungan total fenolik mikrokapsul dengan perlakuan suhu *inlet* 150°C. Hasil penelitian El-Hamzy dan El-Kholany (2014) menunjukkan kenaikan

suhu *inlet* dari 120°C ke 160°C akan menyebabkan kandungan total fenolik mikrokapsul menurun.

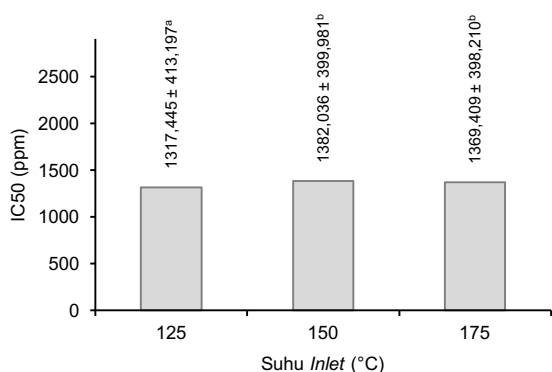
Mikrokapsul dengan suhu *inlet* 175°C memiliki efisiensi enkapsulasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikrokapsul dengan suhu *inlet* 150°C pada rasio 1:10 (Figur 5), sedangkan pada rasio 1:20, tidak terdapat perbedaan efisiensi enkapsulasi yang signifikan diantara mikrokapsul dengan perlakuan suhu *inlet* 150 dan 175°C. Hal ini berkaitan dengan kenaikan kandungan total fenolik mikrokapsul pada suhu di atas 160°C, yang dapat disebabkan oleh proses polimerisasi serta sintesis polifenol (El-Hamzy dan El-Kholany, 2014).

#### Aktivitas Antioksidan

Figur 6 menunjukkan mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut sebesar 1:10 memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikrokapsul dengan rasio 1:20. Hal ini disebabkan oleh perbedaan jumlah ekstrak daun kenikir yang terdapat dalam larutan *feed*.



Figur 6. Pengaruh rasio bahan inti:bahan penyalut terhadap aktivitas antioksidan mikrokapsul  
 Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p \leq 0,05$ )



Figur 7. Pengaruh suhu *inlet spray drying* terhadap aktivitas antioksidan mikrokapsul  
 Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p \leq 0,05$ )

Pengaruh suhu *inlet* terhadap aktivitas antioksidan mikrokapsul dapat dilihat pada Figur 7. Mikrokapsul dengan perlakuan suhu *inlet* 125°C memiliki nilai IC<sub>50</sub> yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan mikrokapsul dengan perlakuan suhu *inlet*

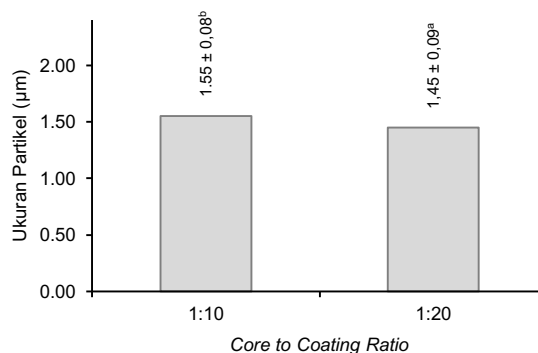
*spray drying* 150 dan 175°C ( $p \leq 0,05$ ). Hasil penelitian Jatupornwipat *et al.* (2017), El-Hamzy dan El-Kholany (2014) dan Mishra *et al.* (2014) menunjukkan kenaikan suhu *inlet spray drying* dapat menurunkan aktivitas antioksidan mikrokapsul sebagai akibat perlakuan suhu tinggi selama proses *spray drying* yang menyebabkan terjadinya penurunan aktivitas antioksidan.

#### Korelasi antara Kandungan Total Fenolik dengan Aktivitas Antioksidan

Hanalisis statistik menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara kandungan total fenolik dengan aktivitas antioksidan mikrokapsul dengan nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,9956 yang didapatkan dari persamaan regresi  $y = -118,9x + 4629,7$ . Semakin tinggi kandungan total fenolik mikrokapsul, maka aktivitas antioksidan dari mikrokapsul semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan Sulaiman dan Balachandran (2012), yang menyatakan bahwa senyawa fenolik berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan. Hasil penelitian El-Hamzy dan El-Kholany (2014), Mishra *et al.* (2014), dan Jatupornwipat *et al.* (2017) menunjukkan bahwa mikrokapsul dengan kandungan total fenolik yang lebih tinggi memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi.

#### Ukuran Partikel

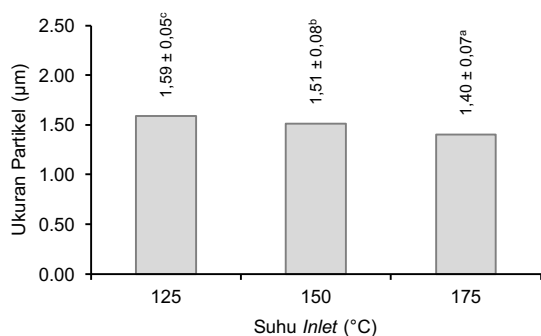
Mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut sebesar 1:10 memiliki ukuran partikel yang lebih besar dibandingkan mikrokapsul dengan rasio 1:20 seperti yang dapat dilihat pada Figur 8. Akdeniz *et al.* (2017) dan Cilek *et al.* (2012) menyatakan bahwa mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut 1:20 memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan dengan mikrokapsul dengan rasio 1:10. Hasil penelitian Ho *et al.* (2015) menunjukkan penurunan rasio menyebabkan mikrokapsul memiliki ukuran partikel yang lebih kecil. Ukuran partikel mikrokapsul berkaitan dengan kadar air, dimana kadar air yang lebih tinggi dapat menyebabkan terjadinya aglomerasi partikel sehingga dihasilkan mikrokapsul dengan ukuran partikel yang lebih besar.



Figur 8. Pengaruh rasio bahan inti:bahan penyalut terhadap ukuran partikel  
 Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p \leq 0,05$ )

Figur 9 menunjukkan kenaikan suhu *inlet spray drying* menyebabkan ukuran partikel mikrokapsul yang

dihasilkan semakin kecil. Hasil penelitian El-Hamzy dan El-Kholany (2014) dan Mishra *et al.* (2014) juga menunjukkan kenaikan suhu *inlet* menyebabkan bubuk mikrokapsul yang dihasilkan memiliki ukuran partikel yang lebih kecil. Jatupornwipat *et al.* (2017) dan Samborska *et al.* (2005) menyatakan bahwa kenaikan suhu *inlet spray drying* dapat menyebabkan penurunan kadar air bubuk mikrokapsul. Menurut Ho *et al.* (2015), ukuran partikel yang lebih besar dapat disebabkan oleh kadar air mikrokapsul yang lebih tinggi akibat terjadinya aglomerasi partikel.



Figur 9. Pengaruh suhu *inlet spray drying* terhadap ukuran partikel

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p \leq 0,05$ )

## Kesimpulan

Rasio bahan inti dan bahan penyalut serta suhu *inlet spray drying* mempengaruhi *powder recovery*, kandungan fenolik total, efisiensi enkapsulasi, aktivitas antioksidan, dan ukuran partikel mikrokapsul yang dihasilkan. Karakteristik mikrokapsul ekstrak daun kenikir yang terbaik berdasarkan hasil penelitian adalah mikrokapsul dengan rasio bahan inti dan bahan penyalut sebesar 1:20 dan suhu *inlet spray drying* sebesar 125°C.

## Daftar Pustaka

- Akdeniz, B., Sumnu, G., Sahin, S. 2017. The effects of maltodextrin and gum arabic on encapsulation of onion skin phenolic compounds. *Chemical Engineering Transaction* 57(1): 1891-1896. DOI: 10.3303/CET1757316.
- Amin, I. dan Lee, W. Y. 2005. Effect of different blanching times on antioxidant properties in selected cruciferous vegetables. *Journal of the Science and Food Agriculture* 85(13): 2314-2320. DOI: 10.1002/jsfa.2261
- Amna, O. F., Nooraain, H., Noriham, A., Azizah, A. H., dan Husna R. N. 2013. Acute and oral subacute toxicity study of ethanolic extract of *Cosmos caudatus* leaf in sprague dawley rats. *Int. Journal of Bioscience Biochemistry and Bioinformatics* 3(4): 301-305.
- Anesini, C., Ferraro, G. E., dan Filip, R. 2008. Total polyphenol content and antioxidant capacity of commercially available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(19): 9225-9229. DOI: 10.1021/jf8022782
- AOAC. 2005. "Official Methods of Analysis." Association of Official Analytical Chemists International, Washington.
- Chan, E. W. C., Wong, S. K., dan Chan, H. T. 2016. Ulam herbs of *Oenanthe javanica* and *Cosmos caudatus*: An overview on their medicinal properties. *Journal of Natural Remedies* 16(4): 137-147. DOI:10.18311/jnr/2016/8370
- Cheng, S. H., Barakatun-Nisak, M. Y., Anthony, J., dan Ismail, A. 2015. Potential medicinal benefits of *Cosmos caudatus* (ulam raja): A scoping review. *Journal of Research in Medical Sciences* 20(10): 1000-1006. DOI:10.4103/1735-1995.172796
- Cilek, B., Luca, A., Hasirci, V., Sahin, S., dan Sumnu, G. 2012. Microencapsulation of phenolic compounds extracted from sour cherry pomace: Effect of formulation, ultrasonication time and core to coating ratio. *European Food Research and Technology* 235: 587-596. DOI:10.1007/s00217-012-1786-8
- El-Hamzy, E. M. A. dan El-Kholany, E. A. 2014. Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the licorice (*Glycyrrhizaglabra*) powder and evaluation of their antimicrobial activity. *Journal of Applied Sciences Research* 10(13): 72-86.
- Frascareli, E. C., Silva, V. M., Tonon, R. V., dan Hubinger, M. 2011. Physicochemical properties of coffee oil microcapsules produced by spray drying. *III Jornadas Internacionais*.
- Ho, L. P., Pham, A. H., dan Le, V. V. M. 2015. Effects of core/wall ratio and inlet temperature on the retention of antioxidant compounds during the spray drying of sim (*Rhodomyrtus tomentosa*) juice. *Journal of Food Processing and Preservation* 39(6): 2088-2095. DOI: 10.1111/jfpp.12452
- Isailovic, B., Kalusevic, A., Zurzul, N., Coelho, M. T., Dordevic, V., Alves, V. D., Sousa, I., Moldao-Martins, M., Bugarski, B., dan Nedovic, V. A. 2012. Microencapsulation of natural antioxidants from *Pterospartum tridentatum* in different alginate and inulin systems. *Central European Congress on Food* 6: 1075-1081.
- Jatupornwipat, K., Limwikrant, W., Anantachoke, N., dan Lomarat, P. 2017. Effect of spray drying condition on physical and antioxidant properties of acerola fruit juice powder. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 41(5): 89-92.
- Javadi, N., Abas, F., Hamid, A. A., Simoh, S., Shaari, K., Ismail, I. S., Mediani, A., dan Khatib, A. 2014. GC-MS-based metabolite profiling of *Cosmos caudatus* leaves possessing alpha-glucosidase inhibitory activity. *Journal of Food Science* 79(6): 1130-1136. DOI: 10.1111/1750-3841.12491
- Jun, M., Fu, H. Y., Hong, J., Wan, X., Yang, C. S., dan Ho, C. T. 2003. Comparison of antioxidant activities of isoflavones from kudzu root (*Pueraria lobata* Ohwi). *Journal of Food Science* 68(6): 2117-2122. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb07029.x

- Leon-Martinez, F. M., Mendez-Lagunas, L. L., dan Rodriguez-Ramirez, J. 2010. Spray drying of nopal mucilage (*Opuntia ficus-indica*): Effects on powder properties and characterization. *Carbohydrate Polymers* 81(4): 864-870. DOI: 10.1016/j.carbpol.2010.03.061
- Mediani, A., Abbas, F., Khatib, A., dan Tan, C. P. 2013. *Cosmos caudatus* as a potential source of polyphenolic compounds: optimisation of oven drying conditions and characterization of its functional properties. *Molecules* 18(9):10452-10464. DOI: 10.3390/molecules180910452
- Mishra, P., Mishra, S., dan Mahanta, C. L. 2014. Effect of maltodextrin concentration and inlet temperature during spray drying on physicochemical and antioxidant properties of amla (*Emblica officinalis*) juice powder. *Food and Bioprocess Processing* 92(3): 252-258. DOI:10.1016/j.fbp.2013.08.003
- Norham, A., Dian-Nashiela, F., Hafifi, B. K., Nooraain, H., dan Azizah, A. H. 2015. Influences of maturity stages and extraction solvents on antioxidant activity of *Cosmos caudatus* leaves. *Int. J. Res. Stud. Biosci.* 3(12): 1-10.
- Quek, S. Y., Chok, N. K., dan Swedlund, P. 2007. The physicochemical properties of spray dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing* 46(5): 386-392. DOI: 10.1016/j.cep.2006.06.020
- Rahman, H. A., Saari, N., Abas, F., Ismail, A., Mumtaz, M. W., dan Hamid, A. A. 2016. Anti-obesity and antioxidant activities of selected medicinal plants and phytochemical profiling of bioactive compounds. *International Journal of Food Properties* 20(11): 2616-2629. DOI: 0.1080/10942912.2016.1247098
- Rahman, H. A., Sahib, N. G., Saari, N., Abas, F., Ismail, A., Mumtaz, M. W., dan Hamid, A. A. 2017. Anti-obesity effect of ethanolic extract from *Cosmos caudatus* Kunth leaf in lean rats fed a high fat diet. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 17(1): 1-17. DOI: 10.1186/s12906-017-1640-4.
- Rufino, M. S. M, Alves, R. E., Brito, E. S., Perez-Jimenez, J., Saura-Calixto, F., Mancini-Filho, J. 2010. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry* 121(4): 996-1002. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.01.037
- Saikia, S., Mahnot, N. K., dan Mahanta, C. L. 2015. Optimisation of phenolic extraction from *Averrhoa carambola* pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. *Food Chemistry* 171(1): 144-152. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.08.064
- Samborska, K., Witrowa-Rajchert, D., dan Goncalves, A. 2005. Spray-drying of  $\alpha$ -amylase: The effect of process variables on the enzyme inactivation. *Drying Technology*. 23(4): 941-953. DOI: 10.1081/DRT-200054243
- Sobel, R., Versic, R., dan Gaonkar, A. G. 2014. Introduction to microencapsulation and controlled delivery in foods. Chpt. 1 in "Microencapsulation in the Food Industry," ed. A. Gaonkar, N. Vasisht, A. Khare, dan R. Sobel, pp. 1-12. Academic Press, California.