

Optimasi Proses Mikroenkapsulasi Minyak Kelapa Murni dengan Bahan Penyalut β -Cyclodextrin

Enrico Fendy Sapatra* dan Vita Paramita

Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto Tembalang, Semarang, 50275, Indonesia
Email: Enricosapatra@gmail.com

Abstrak

Virgin Coconut Oil (VCO) atau biasa kita kenal dengan minyak kelapa murni memiliki banyak sekali manfaat bagi kesehatan manusia. Selain bagus untuk kesehatan kulit, mengonsumsi VCO dapat mencegah dan mengobati penyakit diabetes. Namun terdapat permasalahan dari segi rasa dan tingkat kestabilan ketika harus mengonsumsi VCO secara langsung. Maka dari itu dibutuhkan proses lanjutan berupa pembentukan kompleks inklusi dari minyak kelapa itu sendiri melalui proses mikroenkapsulasi menggunakan spray drying. Bahan penyalut yang digunakan dalam proses mikroenkapsulasi ini adalah β -siklodekstrin. Minyak kelapa murni akan tersalutkan dalam β -siklodekstrin melalui proses film forming. Dalam spray drying variabel bebas untuk optimasi proses yang dilakukan adalah suhu (80°C, 100°C, 120 °C), laju alir (8mL/menit, 10 mL/menit, 12 mL/menit), dan perbandingan jumlah bahan antara β -cyclodekstrin:VCO (1:1, 1,5:1, dan 2:1). Berdasarkan hasil yang diperoleh, massa produk tertinggi dari proses mikroenkapsulasi di spray drying diperoleh dengan kondisi operasi suhu 100°C, laju alir 10 mL/menit, dan perbandingan antara β -cyclodextrin : VCO adalah sebesar 2,0.

Kata kunci : Mikroenkapsulasi, minyak kelapa murni, β -siklodekstrin, spray drying

Abstract

Process Optimization of Virgin Coconut Oil Microencapsulation with β -Cyclodextrin Coating Material

A Virgin Coconut Oil (VCO) or usually known as virgin coconut oil has many benefits for human health. Besides being good for skin health, consuming VCO can prevent and treat diabetes. However, there are problems in terms of taste and level of stability when it comes to consuming VCO directly. Therefore, a further process is needed in the form of the formation of an inclusion complex from coconut oil itself through a microencapsulation process using spray drying. The coating material used in this microencapsulation process is β -cyclodextrin. In spray drying, the independent variables for process optimization are temperature (80 °C, 100 °C, 120 °C), flow rate (8mL/min, 10 mL/min, 12 mL/min), and the ratio of the number of ingredients between β -cyclodextrins: VCO (1: 1, 1,5: 1, and 2: 1). Based on the results obtained, the highest product mass from the microencapsulation process in spray drying was obtained under operating conditions with a temperature of 100 °C, a flow rate of 10 mL/min, and the ratio between β -cyclodextrin: VCO is 2:1. maximum 200 word abstract in English in italics with Times New Roman 11 point. Abstract should be clear, descriptive, and should provide a brief overview of the problem studied. Abstract

topics include reasons for the selection or the importance of research topics, research methods and a summary of the results. Abstract should end with a comment about the importance of the results or conclusions brief.

Keywords : Microencapsulation, virgin coconut oil, β -cyclodextrin, spray drying

PENDAHULUAN

Besarnya produksi buah kelapa di Indonesia yang mencapai 18.300.000 metrik ton di tahun 2019 membuat Indonesia menduduki peringkat 1 dalam produksi buah kelapa di seluruh dunia (Sapatra, *et al.*, 2019). Untuk memanfaatkan besarnya produksi buah kelapa ini, dilakukan pengolahan lebih lanjut dari buah kelapa ini menjadi *virgin coconut oil* (VCO) untuk meningkatkan potensi ekonominya. VCO memiliki banyak sekali keunggulan dan manfaat jika dikonsumsi oleh manusia. VCO memiliki kelebihan dapat mengurangi pigmentasi yang disebabkan radikal bebas melalui vitamin E sebagai mikronutrien utama dari VCO. VCO memiliki khasiat sebagai antioksidan, melembabkan dan mencerahkan kulit dengan cara menghilangkan sel kulit mati di permukaan kulit. Vitamin E juga dapat melindungi kulit dari radiasi sinar ultraviolet serta mengurangi resiko kanker kulit (Mayana, 2012). Namun dalam mengonsumsi VCO secara langsung, terdapat masalah dalam rasa ketika mengonsumsinya, dan dapat menjadi suatu penghalang dalam promosi suatu produk kesehatan, seperti banyaknya masalah yang sama dalam menutupi rasa tidak enak suatu obat. Solusi untuk menutupi rasa tidak enak suatu produk salah satunya dengan pembentukan kompleks inklusi dengan siklodekstrin (Ayenew, *et al.*, 2018)

Proses pembentukan kompleks inklusi terutama dipengaruhi oleh sifat hidrofob senyawa obat yang berinteraksi dengan bagian dalam rongga siklodekstrin. Selain itu interaksi juga dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran senyawa obat. Sifat fisikokimia senyawa obat dapat berubah karena terbentuk kompleks inklusi yang dapat meningkatkan kelarutan, laju disolusi, bioavailabilitas, dan stabilitas obat. Proses pembentukan kompleks inklusi yang paling mudah adalah dengan proses mikroenkapsulasi. Pada penelitian Yu, *et al.* di tahun 2017 untuk melakukan penelitian mikroenkapsulasi untuk minyak ikan dan menggunakan bahan penyalut campuran antara

gum arab dan maltodekstrin. Hasilnya, produk mikrokapsul yang dihasilkan memiliki viskositas yang tinggi dan masih lengket antara satu kapsul dengan kapsul yang lainnya (Yu, *et al.*, 2017).

Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan proses mikroenkapsulasi terhadap *virgin coconut oil* atau minyak kelapa murni dengan menggunakan bahan penyalut β -siklodekstrin. β -siklodekstrin dipilih karena merupakan siklodekstrin termurah, non-toksik saat diberikan secara oral dan telah digunakan secara luas dalam aplikasi farmasetik karena availabilitas dan ukuran rongganya yang sesuai untuk banyak obat. β -siklodekstrin akan digunakan sebagai bahan penyalut bagi minyak kelapa murni untuk mengatasi masalah rasa dan stabilitas dari produk minyak kelapa murni. β -siklodekstrin memiliki diameter rongga sebesar 6-6,5 Å dan nantinya minyak kelapa murni akan mengisi rongga-rongga di tengah wall material dari β -siklodekstrin. Peneliti akan fokus dalam mengoptimasi kondisi proses dan perbandingan campuran antara bahan baku dengan penyalut agar dapat memaksimalkan proses film forming pada mikroenkapsulasi yang dilakukan di spray drying. Pada penelitian ini, bahan penyalut β -siklodekstrin diharapkan dapat menyalutkan minyak kelapa murni di spray drying dengan sempurna dan output produk yang dihasilkan memiliki kadar air yang rendah dan tidak berbentuk slurry.

METODOLOGI

Bahan baku minyak kelapa murni diperoleh dari CV Ajisaka Kelapa dari Malang, Indonesia. Minyak kelapa murni sebagai bahan baku akan diuji kandungannya dengan menggunakan Gas Chromatography – Mass Spectrofotometry (GC-MS). Minyak kelapa murni tadi akan diemulsi dengan bahan penyalut β -siklodekstrin melalui proses mikroenkapsulasi di spray drying. β -siklodekstrin diperoleh dari Cyclochem Co Ltd, Japan. Proses diawali dengan membuat emulsi dari campuran minyak kelapa murni, β -siklodekstrin,

dan air menggunakan mixer. *Total solid* untuk emulsi sebanyak 60% dari total keseluruhan bahan, dan 40% sisanya adalah air. Setelah proses emulsi selesai, dilakukan pemanasan bahan sebelum masuk tangki input spray drying pada suhu 45 °C dengan waktu pemanasan selama 15 menit. Setelah itu bahan yang sudah diemulsi dimasukkan dalam tangki input spray drying untuk dilakukan proses mikroenkapsulasi. Di dalam spray drying akan terjadi kontak fase langsung antara bahan masuk dengan udara panas dari spray drying. Disini air akan diuapkan dan akan terjadi proses film forming pada campuran emulsi antara β -siklodekstrin dan minyak kelapa murni (Pahlevi, *et al.*, 2012). Komponen-komponen dari minyak kelapa murni akan masuk ke dalam rongga-rongga di antara wall material di dalam β -siklodekstrin. Ketika proses mikroenkapsulasi berjalan dengan baik, produk mikrokapsul akan jatuh ke bawah dan ditampung dalam tangki penampungan. Variabel dalam penelitian ini disusun menggunakan metode *Respon Surface Method* (RSM). Variabel bebas dari penelitian ini yaitu suhu input dari hot inlet air pada spray drying sebesar 80°C, 100 °C, dan 120 °C, kemudian ada kecepatan laju alir dari produk emulsi pada tangki bahan input menuju nozzle di spray drying yaitu sebesar 8 mL/menit, 10 mL/menit, dan 12 mL/menit, dan variabel bebas yang terakhir adalah perbandingan β -siklodekstrin:minyak kelapa murni yaitu 1:1, 1,5:1, dan 2:1 . Selanjutnya produk akan diukur massa produknya, dan kemudian akan dilakukan analisa regresi *surface method*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku virgin coconut oil (VCO) dilakukan pengujian di awal dengan menggunakan GC-MS untuk mengetahui kandungan dari virgin coconut oil. Pengujian dengan GC-MS untuk mengetahui kandungan dari VCO dinilai efektif karena tidak membutuhkan waktu retensi yang lama dan hasilnya dapat dibuktikan secara akurat (Mongraidean, *et al.*, 2013). Data hasil uji GC-MS untuk bahan baku minyak kelapa murni disajikan bentuk tabel dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 dapat kita lihat bahwa kandungan terbesar dari VCO yang digunakan sebagai bahan baku adalah asam laurat (*lauric acid*) yaitu sebesar 42,67%. Kandungan asam laurat dalam VCO memiliki banyak manfaat, di antaranya mampu memulihkan kulit yang kering, kasar, dan keriput (Syah, 2005). Karena minyak kelapa ini mampu menghilangkan sel-sel kulit mati dan memperkuat jaringan kulit sehingga kulit tidak kendur dan keriput. Kandungan asam laurat pada VCO juga dapat berfungsi untuk menghaluskan dan melembabkan kulit (Widyasanti, 2017). Dari Uji GC-MS juga dapat disimpulkan bahwa VCO yang digunakan mengandung 52% medium chains fatty acid (MCFA) yang terdiri atas 0,17% asam heksanoat (*caproic acid*), 4,44% asam kaprilat (*caprylic acid*), 4,72% asam dekanoat (*capric acid*), dan 42,67% asam laurat (*lauric acid*). Sedangkan sisanya mengandung long chains fatty acid (LCFA).

Tabel 1. Hasil uji GC-MS minyak kelapa murni

No	R. Time	Kandungan (%)	Nama Komponen	Rumus Struktural
1	4,314	0,17	<i>Caproic acid</i>	$C_6H_{12}O_2$
2	12,918	4,44	<i>Caprylic Acid</i>	$C_8H_{16}O_2$
3	21,098	4,72	<i>Capric Acid</i>	$C_{10}H_{20}O_2$
4	27,862	42,67	<i>Lauric Acid</i>	$C_{12}H_{24}O_2$
5	33,554	20,27	<i>Myristic Acid</i>	$C_{14}H_{28}O_2$
6	38,691	11,5	<i>Palmitic Acid</i>	$C_{16}H_{32}O_2$
7	42,439	2,1	<i>Linoleic Acid</i>	$C_{18}H_{32}O_2$
8	42,689	10,05	<i>Oleic Acid</i>	$C_{18}H_{34}O_2$
9	43,379	3,89	<i>Stearic Acid</i>	$C_{18}H_{36}O_2$
10	50,262	0,19	<i>Gliserol</i>	$C_3H_8O_3$

Selanjutnya, produk yang diharapkan dari proses mikroenkapsulasi adalah berupa serbuk/powder yang berukuran homogen dan tidak mengandung banyak air (Assadpour & Jaffari, 2017). Untuk menghasilkan produk yang diinginkan, berbagai macam upaya dan optimasi dilakukan dan akhirnya digunakan variabel total solid sebesar 60%, Suhu pemanasan campuran bahan input sebesar 45°C selama 30 menit, dan tekanan udara 1 kg/cm². Semua percobaan yang ada dilakukan dengan variabel total solid 60%. Awalnya, total solid yang digunakan adalah 40%, namun output/ keluaran dari spray dryer tidak membentuk powder dan gagal terbentuk mikrokapsul sehingga produknya berupa cairan yang masih kental. Gagalnya produk yang menggunakan total solid 40% diakibatkan oleh water content yang terlalu besar sehingga dalam proses film forming di mikrokapsul, tidak ada cukup waktu untuk bahan penyalut bisa membungkus solid content dan dapat melakukan proses pengeringan, sehingga produk yang keluar dari spray drying masih berupa cairan (Holgado, *et al.*, 2019). Selain itu, campuran bahan input harus dipanaskan dulu 45 °C agar saat bahan input masuk ke spray drying melalui nozzle dan terjadi kontak

dengan udara panas dapat terjadi evaporasi terhadap air yang lebih cepat sehingga proses film forming lebih mudah terjadi. Massa produk mikroenkapsulasi, kandungan kadar air, dan nilai swelling power dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat kita lihat bahwa produk / massa produk yang paling kecil dapat kita jumpai pada run ke-3 dengan variabel suhu 80°C, flowrate 12 mL/min, dan perbandingan antara β -Cyclodextrin dan VCO sebesar 1,0 dengan jumlah produk sebesar 15,58 gram. Massa produk yang kecil dipengaruhi oleh kondisi operasi dan variabel yang berpengaruh terhadap pembentukan film forming pada proses mikroenkapsulasi yang dilakukan. Semakin cepat terjadi proses film forming, maka produk yang dihasilkan akan semakin besar (Geanpour *et al.*, 2019). Massa/produk produk terbesar ada di variabel run 14 dengan suhu 100°C, laju alir 10 mL/min, dan perbandingan antara β -cyclodextrin : VCO adalah sebesar 2,0. Laju alir yang terlalu kecil tidak efektif karena bahan input masuk terlalu lama, sedangkan laju alir yang terlalu besar membuat kontak antara bahan input dengan udara panas terlalu sebentar. Sementara itu, semakin besar perbandingan antara β -cyclodextrin : VCO akan membuat produk semakin besar karena

Tabel 2. Hasil pengujian terhadap produk mikroenkapsulasi

No	Suhu (°C)	Laju alir (mL/menit)	Perbandingan β -Cyclodextrin:VCO	Massa produk (gr)
1	80	8	1,0	17,69
2	80	8	2,0	19,82
3	80	12	1,0	15,58
4	80	12	2,0	19,13
5	120	8	1,0	18,9
6	120	8	2,0	21,68
7	120	12	1,0	17,8
8	120	12	2,0	23,45
9	80	10	1,5	19,6
10	120	10	1,5	20,71
11	100	8	1,5	22,35
12	100	12	1,5	21,56
13	100	10	1,0	19,33
14	100	10	2,0	28,3
15, control	100	10	1,5	25,8
16, control	100	10	1,5	26,7

terdapat cukup bahan penyalut untuk memasukan bahan baku input ke dalam kompleks inklusi pada produk mikroenkapsulasi. Pada variable control yaitu run ke 15 dan ke 16 dengan kondisi operasi suhu 100°C, laju alir 10 mL/min, dan perbandingan antara β -cyclodextrin : VCO adalah sebesar 1,5 menghasilkan 25,8 gram dan 26,7 gram produk produk.

Analisa hasil percobaan antara produk dengan variabel bebas dapat menggunakan analisa regresi surface method dan untuk model summary dari produk dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel model summary dari response surface regression untuk produk

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,85546	88,18%	72,99%	26,04%

Tabel 3 yang menunjukkan model summary dari response surface regression, interpretasi data selayaknya dilakukan dengan melihat nilai R-square adjust (R-aq(adj)) yang nilainya cenderung konstan dan sensitive terhadap perubahan variabel bebas, sedangkan untuk R-square akan cenderung naik jika menambah variabel lain. Semakin banyak variabel independent yang digunakan maka akan semakin banyak "noise" dalam model tersebut dan ini tidak dapat dijelaskan oleh R-square dan menjadi kelemahan dari R-square sendiri. Dari tabel didapatkan nilai R square adjust sebesar 72,99 % yang mengandung pengertian bahwa 72,99% nilai dari variabel terikat (produk produk mikroenkapsulasi) dipengaruhi variabel bebas yang terdapat dalam penelitian (temperatur, flowrate, dan perbandingan antara β -cyclodextrin dengan VCO). Sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Selanjutnya dilakukan analysis of variance yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabel analysis of variance dari response surface regression untuk produk

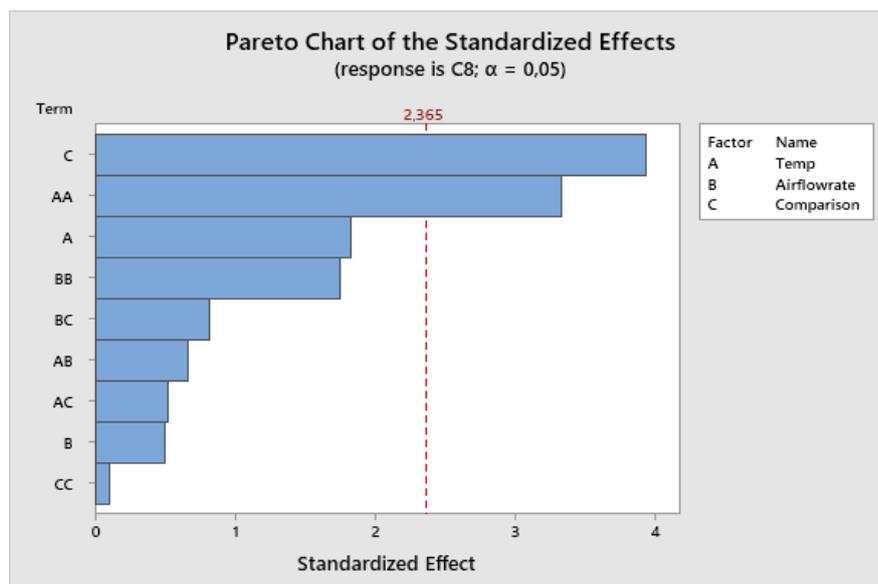
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	179,806	19,9784	5,80	0,015
Linear	3	65,613	21,8710	6,35	0,021
Temp	1	11,492	11,4918	3,34	0,110
Flowrate	1	0,853	0,8526	0,25	0,634
Comp β - Cyclo : VCO	1	53,269	53,2686	15,47	0,006

Pada Tabel 4 analysis of variance, didapatkan nilai P-value untuk model keseluruhan sebesar 0,015 dimana nilai dari P-value ini < 0,05. Ini berarti uji regresi response surface ini dianggap telah mewakili keseluruhan data yang ada. Dari tabel analysis of variance dapat dilihat pada bagian yang linear bahwa nilai P-value pada temperatur inlet adalah sebesar 0,110 dimana nilai ini lebih besar daripada α ($\alpha=0,05$) yang berarti variabel temperatur inlet tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Kemudian pada variabel flowrate menunjukkan nilai P-value sebesar 0,634 dimana dimana nilai ini lebih besar daripada α ($\alpha=0,05$) yang berarti variabel laju alir tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Dan yang terakhir adalah variabel perbandingan antara β -cyclodekstrin : VCO yang memiliki nilai P-Value sebesar 0,006 dimana nilai ini lebih kecil daripada α ($\alpha=0,05$) yang berarti variabel perbandingan antara β -cyclodekstrin : VCO memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Kemudian untuk persamaan regresi tanpa satuan dapat dituliskan dengan :

$$\begin{aligned} \text{Produk} = & -106,8 + 1,782 A + 7,85 B - 2,8 C - \\ & 0,00944 A^2 - 0,494 B^2 - 0,47 C^2 \\ & + 0,0108 AB + 0,0344 AC + 0,536 BC \end{aligned}$$

Dimana; A=suhu; B=laju alir; C=perbandingan β -cyclo:VCO

Dari data yang sudah didapat dan dianalisa dapat dibuat diagram pareto untuk membantu mengidentifikasi faktor-faktor signifikan yang memberikan efek pada jumlah produk yang dihasilkan dari percobaan. Untuk diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram pareto dari efek standard untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap produk

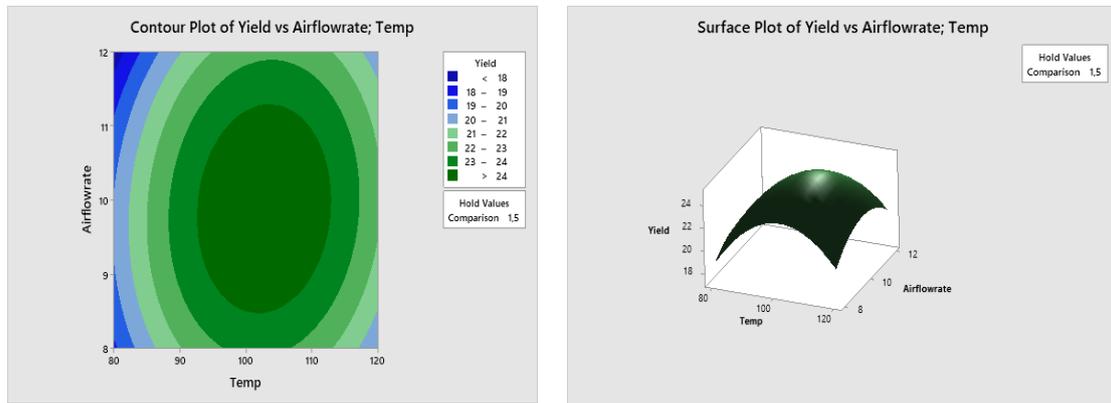
Dari diagram pareto pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa factor perbandingan antara β -cyclodekstrin:VCO memberikan efek paling signifikan terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Kemudian setelah itu ada variabel suhu yang memberikan efek pada jumlah produk, dan variabel flowrate yang memberikan efek paling kecil terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Selanjutnya untuk hubungan antar variabel terhadap massa produk bisa dicermati melalui contour plot dan surface plot masing-masing hubungan antar variabel dan dapat dilihat pada Gambar 2 untuk hubungan suhu dan laju alir, Gambar 3 untuk hubungan suhu dengan perbandingan bahan, lalu Gambar 4 untuk hubungan antara laju alir dan perbandingan bahan masuk.

Gambar 2 di bagian contour plot dapat kita lihat bahwa bagian yang paling optimum (menghasilkan produk yang besar) ditandai dengan warna hijau tua, dan ada pada temperatur 100 °C dan laju alir 10 mL/min. Kemudian pada bagian surface plot, produk paling optimum ditunjukkan di ujung atas kurva yang juga berada pada temperatur 100 °C dan laju alir 10 mL/min. Semakin kecil temperatur maka produk yang dihasilkan juga akan kecil, begitupula jika temperatur di set semakin besar. Untuk laju alir, semakin kecil laju alir maka produk yang dihasilkan juga semakin kecil, dan semakin besar laju alir juga

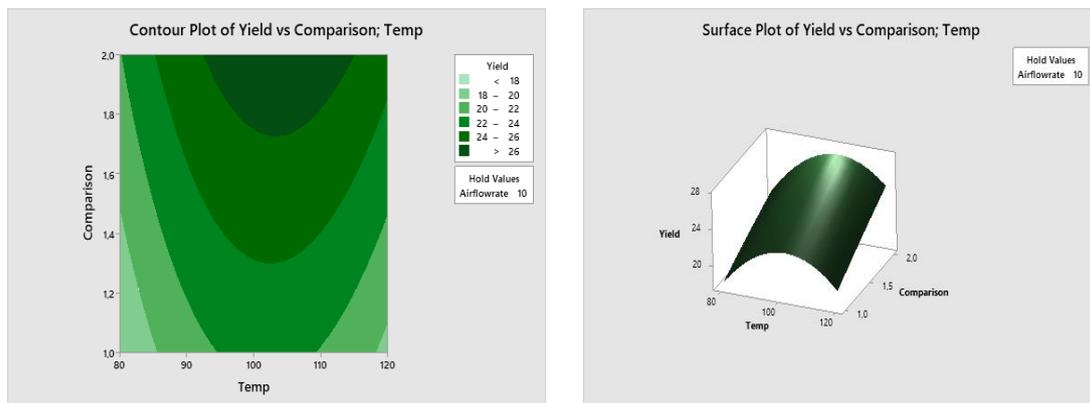
membuat produk semakin kecil. Pada Gambar 2 di bagian contour plot dapat kita lihat bahwa bagian yang paling optimum ditandai dengan warna hijau tua, dan ada pada temperatur 100 °C dan laju alir 10 mL/min. Kemudian pada bagian surface plot, produk paling optimum ditunjukkan di ujung atas kurva yang juga berada pada temperatur 100 °C dan laju alir 10 mL/min. Semakin kecil temperatur maka produk yang dihasilkan juga akan kecil, begitupula jika temperatur di set semakin besar. Untuk laju alir, semakin kecil laju alir maka produk yang dihasilkan juga semakin kecil, dan semakin besar laju alir juga membuat produk semakin kecil. Pada Gambar 2 di bagian contour plot dapat kita lihat bahwa bagian yang paling optimum (menghasilkan produk yang besar) ditandai dengan warna hijau tua, dan ada pada temperatur 100 °C -110 °C dan perbandingan antara β -cyclodekstrin:VCO sebesar 2,0. Kemudian pada bagian surface plot, produk paling optimum ditunjukkan di ujung atas kurva yang juga berada pada temperatur 100 °C dan perbandingan antara β -cyclodekstrin:VCO sebesar 2,0. Semakin kecil temperatur maka produk yang dihasilkan juga akan kecil, begitupula jika temperatur di set semakin besar akan membuat produk berada di zona warna biru pada contour plot yang berarti akan semakin kecil. Untuk perbandingan antara β -cyclodekstrin:VCO, semakin kecil perbandingannya maka produk yang dihasilkan juga semakin kecil.

Pada Gambar 4 di bagian contour plot dapat kita lihat bahwa bagian yang paling optimum (menghasilkan produk yang besar) ditandai dengan warna hijau tua, dan ada pada flowrate udara 10 mL/min dan perbandingan antara β -cyclodekstrin:VCO sebesar 2,0. Kemudian pada

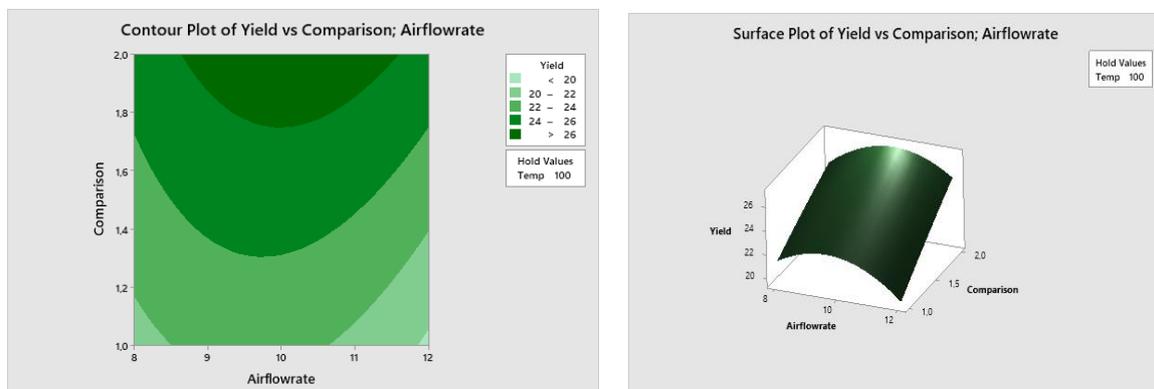
bagian surface plot, produk paling optimum ditunjukkan di ujung atas kurva yang juga berada pada pada flowrate udara 10 mL/min dan perbandingan antara β -cyclodekstrin:VCO sebesar 2,0. Semakin kecil flowrate udara maka produk yang dihasilkan juga akan kecil, begitupula jika laju



Gambar 2. Analisis pengaruh flowrate dan temperatur terhadap massa produk



Gambar 3. Analisis pengaruh perbandingan β -cyclodekstrin:VCO dan temperatur terhadap massa produk



Gambar 4. Analisis pengaruh perbandingan β -cyclodekstrin : VCO dan laju alir terhadap massa produk

alir udara di set semakin besar akan membuat produk semakin kecil. Untuk perbandingan antara β -cyclodekstrin:VCO, semakin kecil perbandingannya maka produk yang dihasilkan juga semakin kecil

KESIMPULAN

Proses mikroenkapsulasi dapat meningkatkan stabilitas dan daya tahan produk. Dalam penelitian ini, dilakukan proses mikroenkapsulasi dengan bahan penyalut betasiklodekstrin untuk menyalutkan *virgin coconut oil* dengan menggunakan alat spray drying untuk pembentukan kompleks inklusinya. Variabel bebas untuk optimasi proses yang dilakukan adalah suhu (80, 100, 120), laju alir (8,10,12 mL/menit), dan perbandingan jumlah bahan antara β -cyclodekstrin:VCO (1:1, 1,5:1, dan 2:1). Berdasarkan hasil yang diperoleh, produk tertinggi/terbesar dari proses mikroenkapsulasi di spray drying diperoleh dengan kondisi operasi suhu 100°C, laju alir 10 mL/min, dan perbandingan antara β -cyclodextrin : VCO adalah sebesar 2,0. Pada penelitian selanjutnya dapat dicari tahu lebih lanjut mengenai perbandingan efektivitas bahan penyalut cyclodextrin antara α -cyclodextrin, β -cyclodextrin, γ -cyclodextrin, dan maltodextrin untuk menyalutkan bahan baku *virgin coconut oil* (VCO).

DAFTAR PUSTAKA

- Assadpour, E. & Jaffari, S.M., 2017. Spray Drying of Folic Acid within nanoemulsions. *Optimization Drying Technology*. 35:1152-1160. doi: 10.1080/07373937.2016.1242016
- Ayenew, Puri, V., Kumar, L. & Bansal, A.K., 2018. Trends in Pharmaceutical Taste Masking Technologies : A Patent Review. *Recent Patent on Drug Delivery and Formulation*. 3:26-29. doi: 10.2174/187221109787158364
- Fardiaz, S., 1989. Mikrobiologi Pangan. Bogor: IPB Press. Hal 69-71
- Geanpour, M., Djomeh, E. & Asadi, G., 2019. Investigating the effects of spray drying conditions on the microencapsulation efficiency of pumpkin seed oil. *Journal of food processing and preservation*. 43(7):1-14. doi: 10.1111/jfpp.13947
- Holgado, F., Ruiz, M., Mendez, R. & Velasco, J., 2019. Effects of the drying method on the oxidative stability of the tree and encapsulated fractions of microencapsulated sunflower oil. *International Journal of food science and technology*. 54(8):2520–2528. doi: 10.1111/ijfs.14162
- Leach, H.W., Mc Cowen, L. & Schoch, T.J., 1959. Structure of the starch granules. In: swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem*, 36:534-544.
- Mayana, A., 2012. Formulasi Sediaan Krim Wajah Ekstrak Daun Gambir (*Uncaria Gambir RoxB*) dengan basis VCO. *Skripsi*. Program Studi Farmasi, Univ. Islam Bandung, Bandung
- Moigradean, D., Poiana, M.A., Alda, L.M. & Gogoasa, I., 2013. Quantitative identification of fatty acids from walnut and coconut oils using GC-MS method. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 19(4):459-463.
- Pahlevi, Y.W., Estiasih, T. & Saparianti, E., 2012. Mikroenkapsulasi Ekstrak Karoten dari Spora Kapang Oncom Merah (*Neurospora sp.*) dengan Bahan Penyalut Berbasis Protein Menggunakan Metode Pengeringan Semprot. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 9(1):31 – 39.
- Putri, D.A., Saputro, R.R. & Budiyo, 2012. Biogas production from cow manure. *Journal of Renewable Energy Development*, 1:61-64. doi: 10.14710/ijred.1.2.61-64
- Sapatra, E.F., Yuniarti, I., Imamsyah, R.A.S. & Paramita, V., 2019. An Effort To Increase The Potential of Virgin Coconut Oil With Pendawa Technique. *Material Science and Engineering*. 598:012-030. doi: 10.1088/1757-899X/598/1/012030
- Triyani, A., 2013. Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Labu Kuning (*Cucurbita Moschata*) Termodifikasi Dengan Variasi Lama Perendaman Dan Konsentrasi Asam Asetat. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(2):29-38. doi: 10.103/23.224.239
- Yu, F., Li, Z., Zhang, T., Wei, Y., Xue, Y., & Xue, C., 2017. Influence of encapsulation techniques on the structure, physical properties, and thermal stability of fish oil microcapsules by spray drying. *Journal of food process engineering*. 40(6):1-9. doi: 10.1111/jfpe.12576