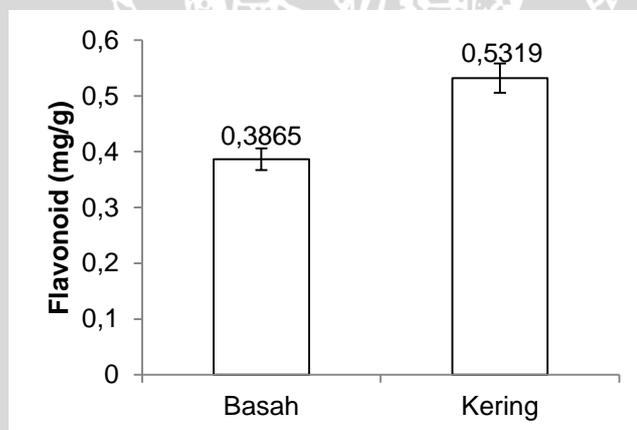


4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mencari perlakuan terbaik antara daun *S. cristaefolium* basah dengan kering. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* adalah daun *S. cristaefolium*. Pada penelitian pendahuluan ini dilakukan analisis terhadap ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan bahan baku daun *S. cristaefolium* yang telah dikeringkan dengan sinar matahari dan daun *S. cristaefolium* yang segar (tanpa pengeringan sinar matahari) dengan parameter total flavonoid. Hasil analisis total flavonoid pada ekstrak daun *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 11. Rata-rata kandungan total flavonoid dari daun *S. cristaefolium* basah dan kering dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rata-rata total flavonoid dari daun *S. cristaefolium* basah dan kering

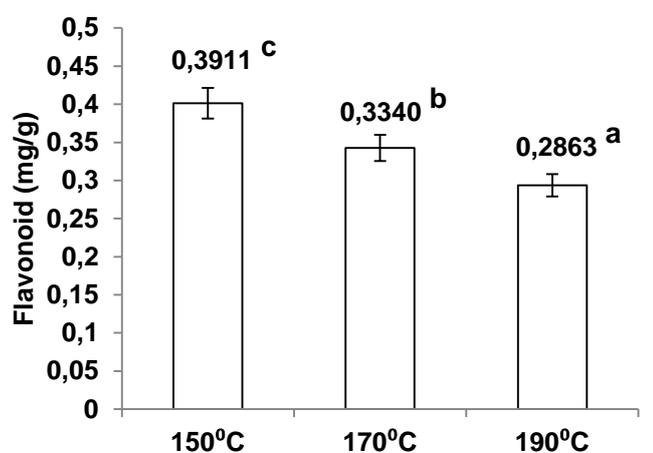
Kandungan total flavonoid pada ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan perlakuan pengeringan dengan sinar matahari lebih tinggi daripada total flavonoid pada ekstrak daun *S. cristaefolium* tanpa melalui pengeringan sinar matahari. Kandungan total flavonoid yang diperoleh dengan perlakuan pengeringan di bawah sinar matahari atau kering adalah sebesar 0,5319 mg/g.

Hasil tersebut lebih rendah dari penelitian yang telah dilakukan oleh Wong dan Lin (2014), yang menyatakan bahwa kandungan total flavonoid pada *S. cristaefolium* sebesar $11,2 \pm 1,5$ mg/mL (mg flavonoid/mL). Perbedaan hasil tersebut diduga karena bahan baku yang digunakan berasal dari tempat yang berbeda. Menurut Putri (2011), komposisi kimia rumput laut dipengaruhi oleh jenis spesies, habitat dan tingkat kematangan.

4.2 Hasil Penelitian Utama

4.2.1 Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium*

Perlakuan suhu *inlet spray dryer* yang berbeda pada proses pengeringan akan menghasilkan rata-rata kandungan total flavonoid yang berbeda nyata. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa setiap perlakuan antar memberikan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) terhadap enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium*. Data dan analisis total flavonoid enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 11. Rata-rata kandungan total flavonoid dari ekstrak daun *S. cristaefolium* pada setiap perlakuan suhu *inlet spray dryer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 11.

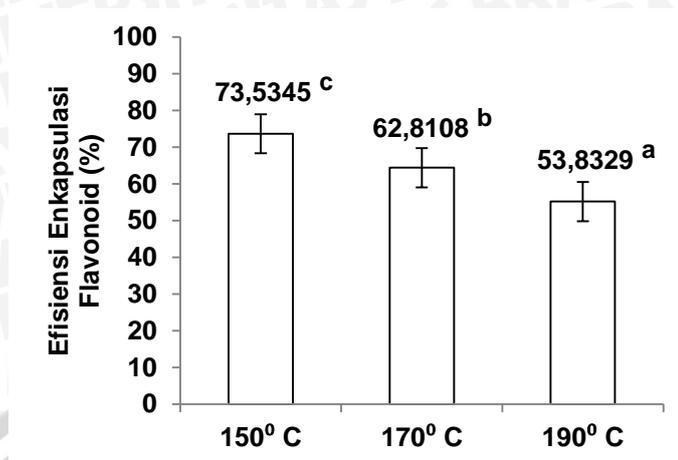


Gambar 11. Rata-rata total flavonoid enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* terhadap berbagai suhu *inlet spray dryer*

Pada Gambar 11 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu *inlet spray dryer* maka kandungan total flavonoid yang dihasilkan akan semakin rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan total flavonoid tertinggi diperoleh dari hasil pengeringan 150°C, diikuti dengan perlakuan suhu 170°C, dan kadar flavonoid terendah diperoleh pada perlakuan suhu 190°C. Hal ini diduga karena pada suhu 190°C flavonoid akan terdegradasi yang disebabkan karena adanya pengaruh suhu tinggi. Menurut Patel *et al.* (2009), semakin tinggi suhu pengering yang masuk (*inlet*) maka proses penguapan air pada bahan akan semakin cepat, namun suhu yang tinggi memungkinkan terjadinya kerusakan secara fisik maupun kimia dalam bahan yang tidak tahan panas. Ditambahkan oleh Rompas *et al.*, (2012) menyatakan bahwa senyawa flavonoid merupakan golongan senyawa yang tidak tahan panas dan mudah teroksidasi pada suhu tinggi.

Hasil dari perhitungan flavonoid enkapsulat *S. cristaefolium* selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan efisiensi enkapsulasi flavonoid. Perhitungan efisiensi flavonoid digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan suatu proses enkapsulasi.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pada setiap perlakuan memberikan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) terhadap efisiensi enkapsulasi flavonoid enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium*. Data dan analisis efisiensi enkapsulasi flavonoid enkapsulat ekstrak *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 12. Rata-rata total flavonoid enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* pada setiap perlakuan suhu *inlet spray dryer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Rata-rata efisiensi enkapsulasi flavonoid enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* pada berbagai suhu *inlet spray dryer*

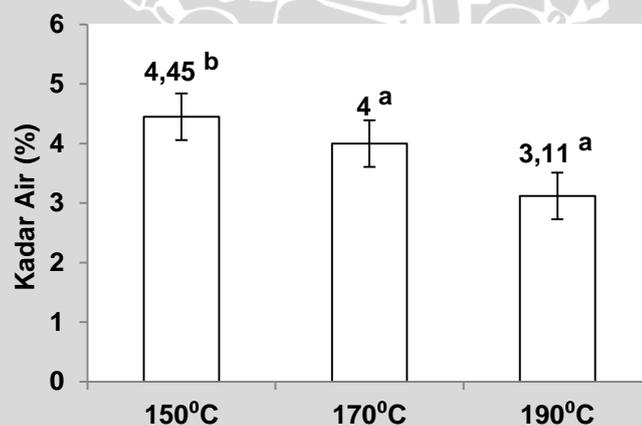
Pada Gambar 12 menunjukkan bahwa efisiensi enkapsulasi flavonoid semakin menurun seiring dengan suhu pengeringan yang semakin naik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu *Inlet spray dryer* maka efisiensi enkapsulasi flavonoid akan semakin menurun. Efisiensi enkapsulasi flavonoid tertinggi diperoleh pada pengeringan suhu udara inlet 190°C dan terendah diperoleh pada pengeringan suhu udara *inlet* 150°C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada suhu inlet 150°C penyalut mampu melindungi bahan inti dengan baik. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Ali *et al.*, (2014) tentang efisiensi enkapsulasi senyawa fenol pada asap tempurung kelapa yang menunjukkan penurunan nilai efisiensi enkapsulasi seiring dengan suhu pengeringan yang semakin tinggi, hal ini dapat disebabkan oleh laju pengeringan yang tinggi sehingga evaporasi terjadi sangat cepat setelah proses atomisasi menyebabkan pengembangan yang tidak terkontrol dan kerusakan pada permukaan partikel sehingga senyawa fenol mudah hilang. Hal ini ditambahkan oleh Nurlaili (2014), yang menyatakan bahwa suhu tinggi dapat menyebabkan keretakan pada dinding mikrokapsul. Keretakan tersebut berawal dari penggelembungan partikel mikrokapsul sebagai akibat dari pembentukan uap air

di dalamnya. Dinding kapsul yang tidak kuat menahan tekanan dari dalam, yang menyatakan bahwa suhu tinggi dapat menyebabkan keretakan pada dinding mikro kapsul. Keretakan tersebut berawal dari penggelembungan partikel mikro kapsul sebagai akibat dari pembentukan uap air di dalamnya. Dinding kapsul yang tidak kuat menahan tekanan dari dalam akan pecah dan kemudiann pertikel mengempis. Hal ini dapat menyebabkan hilangnya komponen bioaktif yang terdapat di dalam mikro kapsul.

Rata-rata efisiensi enkapsulasi flavonoid pada enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan perlakuan suhu *inlet spray dryer* berkisar antara 53,8329%-73,5345%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa bahan aktif yang terdapat di dalam mikro kapsul yaitu flavonoid dapat tersalut dengan baik. Kemampuan maltodekstrin dalam melindungi flavonoid dimungkinkan karena adanya satu atau lebih gugus hidroksil flavonoid yang mudah terikat pada satu atau lebih gula pada maltodekstrin jika terkena suhu tinggi. Khairunizar (2009) menyatakan bahwa keberadaan tiga gugus alkohol untuk setiap glukosa (alkohol primer pada C₆ dan alkohol sekunder pada C₂ dan C₃ dengan struktur diol) yang menunjukkan adanya reaksi karbohidrat karena sifat makromolekulnya pada gugus OH sehingga mudah bereaksi dengan senyawa kimia yang lain. Pada Flavonoid O-glikosida, satu gugus hidroksil flavonoid atau lebih jika terkena panas, maka akan mudah trikat pada satu gula atau lebih. Glukosa merupakan gula yang paling umum. Maltodekstrin terdiri dari campuran gukosa, maltosa, oligosakarida dan dekstrin (Raudah *et al.*, 2013).

4.2.2 Kadar Air Encapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium*

Kadar air merupakan parameter penting yang berhubungan dengan stabilitas produk selama penyimpanan. Kadar air yang tinggi akan menyebabkan bubuk mudah terkontaminasi dengan bakteri, menggumpal, rusak, dan tidak tahan lama (Kusumaningrum, 2014). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pada setiap perlakuan memberikan pengaruh yang nyata ($p>0,05$) terhadap kadar air encapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium*. Kadar air encapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu antara 3,11% sampai 4,45%. Hasil yang diperoleh sesuai dengan standart kadar air minuman bubuk berdasarkan SNI (1996) yaitu antara 3,5% sampai 5%. Data dan analisis efisiensi encapsulasi flavonoid encapsulat ekstrak *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 13. Rata-rata kadar air encapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* pada setiap perlakuan suhu *inlet spray dryer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 13.



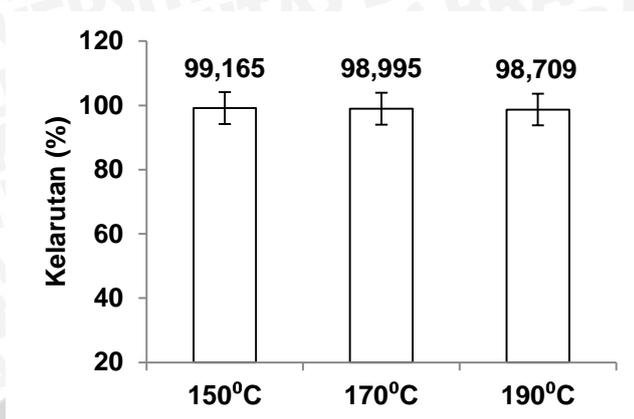
Gambar 13. Rata-rata kadar air encapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* pada berbagai suhu *inlet spray dryer*

Pada Gambar 13 menunjukkan bahwa kenaikan suhu *inlet spray dryer* menyebabkan penurunan kadar air serbuk encapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium*. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi suhu yang

digunakan pada saat proses pengeringan, maka akan lebih banyak air yang diuapkan sehingga menyebabkan kandungan air pada serbuk yang dihasilkan semakin rendah. Kadar air terendah diperoleh pada suhu *inlet spray dryer* 190°C yaitu sebesar 2,60%. Hasil ini sesuai dengan pendapat Mardaningsih *et al.*, (2012) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu *inlet spray dryer* yang digunakan untuk pengeringan ekstrak maka kadar air dari bubuk yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena suhu pengeringan yang tinggi akan menguapkan air dalam jumlah yang lebih besar sehingga kadar air bubuk yang dihasilkan semakin kecil.

4.2.3 Kelarutan Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium*

Kelarutan merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan serbuk dapat larut dalam air. Serbuk yang digunakan dalam bidang pangan dan minuman diharapkan mempunyai nilai kelarutan yang tinggi. Jika serbuk memiliki nilai kelarutan (%) yang semakin besar maka semakin mudah larut dalam air (Kusumaningrum, 2014). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu *inlet spray dryer* yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kelarutan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium*. Data dan analisis kelarutan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 14. Rata-rata kelarutan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan perlakuan suhu *inlet spray dryer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 14.



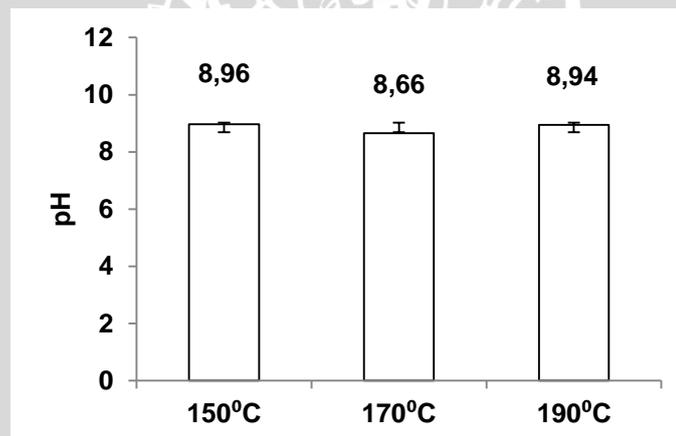
Gambar 14. Rata-rata kelarutan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* pada berbagai suhu *inlet spray dryer*

Pada gambar 14 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu *inlet spray dryer* maka semakin presentase kelarutan akan semakin rendah. Presentase kelarutan tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 150°C, sedangkan presentase kelarutan yang terendah diperoleh pada perlakuan suhu 190°C. Hal ini diduga karena suhu pengeringan yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya pengerasan pada permukaan sehingga menyebabkan serbuk yang dihasilkan lebih sulit larut. Dari data hasil pengamatan dapat dilihat nilai kelarutan serbuk dalam air berkisar antara 98,138% sampai 99,579%. Serbuk yang dihasilkan dalam penelitian ini secara keseluruhan masuk dalam kategori tinggi kelarutannya dalam air. Menurut Hakim dan Chamidah (2013), kelarutan bubuk dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi bahan pengisi atau pengikat yang digunakan saat dilakukan proses pengeringan. Sifat kelarutan produk dalam bentuk serbuk yang bagus adalah diatas 95%. Kelarutan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* juga dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi bahan pengisi yang digunakan. Maltodekstrin memiliki sifat daya larut yang tinggi, memiliki sifat higroskopis yang rendah, mampu membentuk body, sifat browning yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat (Srihari *et al.*, 2010). Ketika serbuk dilarutkan,

maka gugus hidroksil yang terdapat dalam maltodekstrin akan berinteraksi dengan air sehingga kelarutan serbuk meningkat (Yuliawaty dan Susanto, 2015).

4.2.4 pH Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium*

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu *inlet spray dryer* tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai pH enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium*. Rata-rata nilai pH akibat pengaruh suhu *inlet spray dryer* yang berbeda berkisar antara 8,66 sampai 8,96. Data dan analisis nilai pH enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 15. Rata-rata nilai pH pada enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan perlakuan suhu *inlet spray dryer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Rata-rata nilai pH enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* pada berbagai suhu *inlet spray dryer*

Gambar 12 menunjukkan bahwa pH tertinggi dihasilkan pada enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan perlakuan suhu *inlet spray dryer* 150°C dan pH terendah dihasilkan pada serbuk enkapsulat dengan perlakuan suhu *inlet spray dryer* 170°C. pH enkapsulat *S. cristaefolium* tergolong memiliki pH basa yaitu berkisar 8,66-8,96. Hal ini dimungkinkan karena pH ekstrak daun *S. cristaefolium* sebelum dienkapsulasi yaitu sebesar $\pm 7,69$. Jika dikaitkan dengan

efisiensi enkapsulasi (Lampiran 12) diduga karena konsentrasi penyalut yang digunakan terlalu sedikit dan adanyakerusakan pada dinding enkapsulat akibat pengeringan dengan suhu tinggi sehingga ekstrak yang terdapat di dalam lapisan dinding keluar dan mengakibatkan pH dari ekstrak daun *S. cristaefolium* juga keluar sehingga membuat enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* bersifat basa.

4.2.5 Warna Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium*

Menurut Pramitasari (2010), warna merupakan suatu sifat bahan yang dianggap berasal dari penyebaran spektrum sinar, selain itu warna bukan merupakan suatu zat atau benda melainkan suatu sensasi seseorang karena adanya rangsangan dari seberkas energi radiasi yang jatuh ke retina mata. Apabila suatu produk memiliki warna yang menarik, maka dapat menimbulkan selera seseorang untuk mencoba makanan tersebut. Setiap perlakuan yang berbeda akan menghasilkan warna dari enkapsulat ekstrak *S. cristaefolium* yang berbeda, seperti yang dilihat pada Gambar 16. Terlihat serbuk dengan suhu pengeringan semprot yang semakin tinggi menghasilkan warna yang lebih kuning kecoklatan.



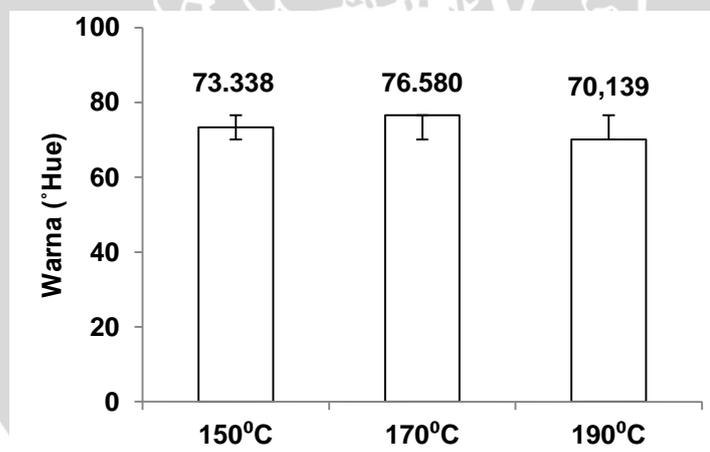
Gambar 16. Warna enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan perlakuan suhu inlet spray dryer yang berbeda

Keterangan :

- A = Warna enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* yang dienkapsulasi dengan suhu inlet spray dryer 150°C.
- B = Warna enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* yang dienkapsulasi dengan suhu inlet spray dryer 170°C.
- C = Warna enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* yang dienkapsulasi dengan suhu inlet spray dryer 190°C.

Pengukuran warna enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dilakukan dengan menggunakan *color reader*. Pengukuran warna dibaca pada parameter L^* , a^* , b^* di 3 titik yang berbeda. L^* menunjukkan derajat kecerahan dari hitam (0) hingga putih (100). a^* mendiskripsikan warna merah-hijau dengan nilai a^* positif mengindikasikan kemerahan dan a^* negatif mengindikasikan kehijauan, sedangkan b^* mengindikasikan warna kuning-biru dengan b^* positif mengindikasikan kekuningan dan b^* negatif mengindikasikan kebiruan (Palupi *et al.*, 2014).

Data dan analisis ragam derajat warna enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 16. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa antar perlakuan memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap warna enkapsulat yang dihasilkan. Rata-rata nilai warna ($^{\circ}$ Hue) enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan perlakuan suhu *inlet spray dryer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 17.



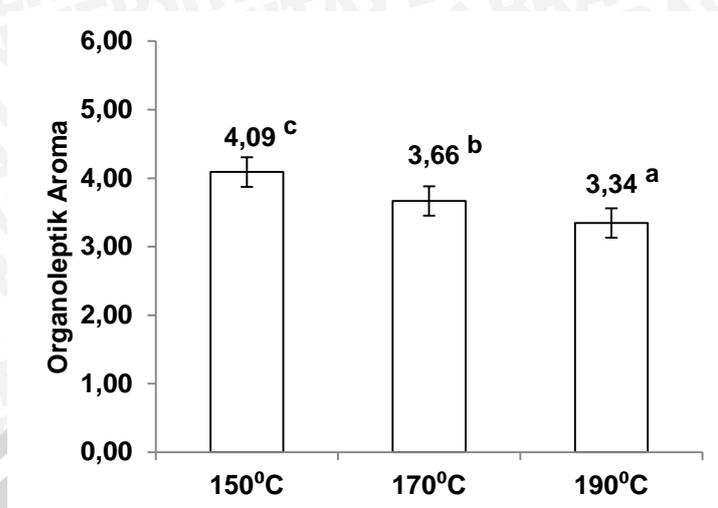
Gambar 17. Rata-rata derajat warna enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* terhadap berbagai suhu *inlet spray dryer*.

Rata-rata derajat warna enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* akibat perlakuan suhu *inlet spray dryer* berkisar antara 70,139- 76,580. Nilai tersebut termasuk dalam kisaran warna *yellow red* (merah ke kuning) sesuai dengan

penetapan derajat warna berdasarkan metode Hunter (Hutching, 1999) yang menyatakan bahwa kisaran warna pada nilai 54° sampai 90° merupakan warna merah kekuning. Pada Gambar 14 menunjukkan semakin tinggi suhu *inlet spray dryer* maka nilai °Hue atau derajat warna kekuningan dari enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* juga akan semakin tinggi. Jika dikaitkan dengan efisiensi enkapsulasi (Lampiran 12) diduga karena warna kekuningan tersebut diperoleh dari ekstrak daun *S. cristaefolium* itu sendiri yang memiliki warna coklat kekuningan, sehingga warna serbuk yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan sampel. Menurut Suryani dan Nurmansyah (2009), ciri-ciri simplisia yang baik adalah warna dan aroma serbuk yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan sebelum dikeringkan.

4.2.6 Organoleptik Aroma Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium*

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu *inlet spray dryer* memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap uji organoleptik aroma enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium*. Rata-rata nilai organoleptik akibat pengaruh suhu *inlet spray dryer* yang berbeda berkisar antara 3,34 sampai 4,09. Perhitungan uji organoleptik aroma enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 17. Perbedaan suhu *inlet spray dryer* terhadap uji organoleptik aroma enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 18.

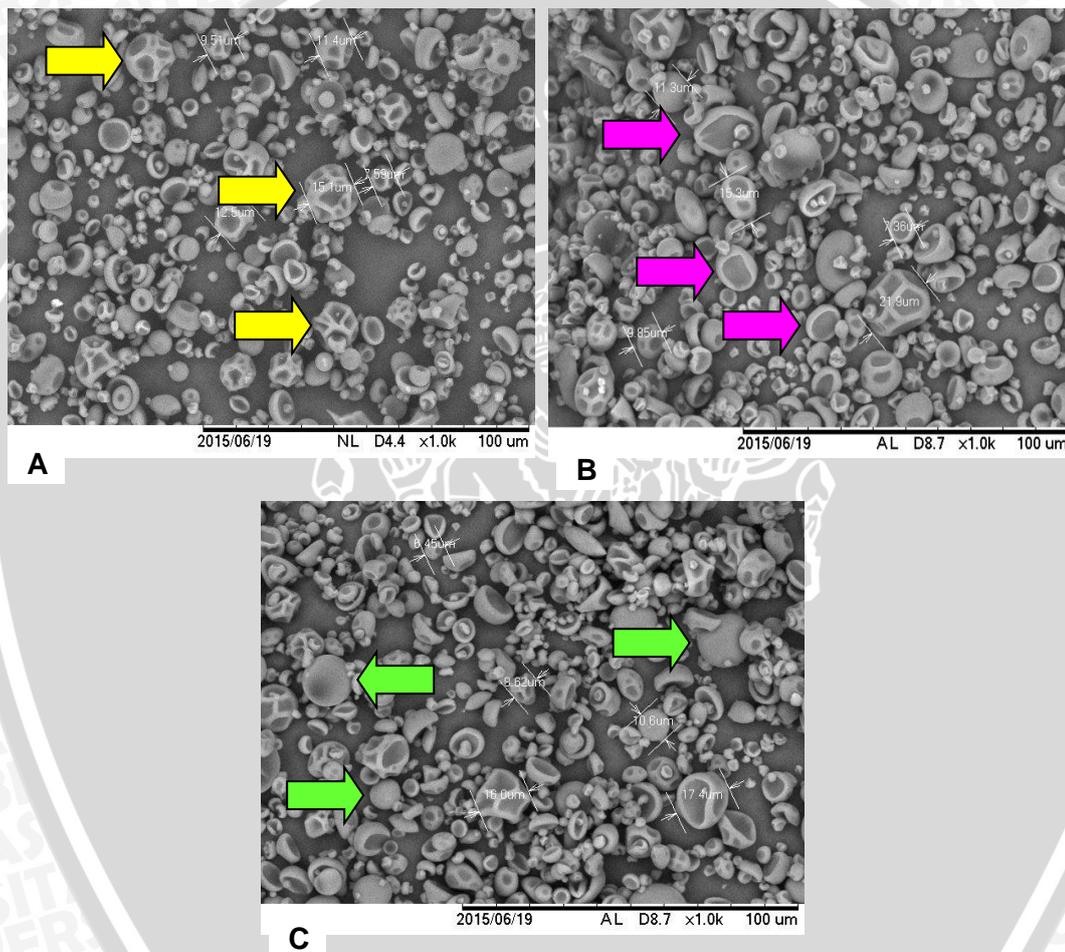


Gambar 18. Rata-rata hasil uji organoleptik aroma enkapsulat ekstrak daun *S. cristafeolium* terhadap berbagai suhu *inlet spray dryer*.

Pada Gambar 18 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu *inlet spray dryer* maka nilai organoleptiknya akan semakin rendah. Nilai organoleptik yang rendah artinya serbuk tersebut memiliki bau yang semakin amis, sedangkan nilai organoleptik yang tinggi memiliki bau yang tidak amis. Hasil yang terendah diperoleh pada perlakuan suhu *inlet spray dryer* 190°C yaitu sebesar 3,34 sedangkan hasil organoleptik aroma yang tertinggi yaitu sebesar 4,09 dengan perlakuan suhu *inlet spray dryer* 150°C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu *inlet spray dryer* maka enkapsulat yang dihasilkan akan semakin beraroma amis. Jika dikaitkan dengan hasil efisiensi enkapsulasi (Lampiran 12), hal ini diduga karena lapisan yang menyelimuti bahan inti akan rusak akibat perlakuan suhu tinggi, sehingga bau amis yang merupakan bau dari bahan dasar tersebut akan muncul kembali. Menurut Nurhasanah *et al.* (2011), produk hasil dari mikroenkapsulasi harus cukup baik dalam hal menyembuyikan citarasa dan bau yang tidak disukai oleh panelis.

4.3 Analisis Scanning Electronic Microscope (SEM) dari Encapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium*

Analisis Scanning Electronic Microscope (SEM) pada serbuk encapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan perlakuan suhu yang berbeda bertujuan untuk mengetahui morfologi partikel dari serbuk. Morfologi partikel dari serbuk dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Hasil pengujian SEM mikrokapsul ekstrak daun *S. cristaefolium* yang dienkapsulasi pada berbagai suhu *inlet spray dryer*.

Keterangan :

- A = Hasil SEM mikrokapsul ekstrak daun *S. cristaefolium* yang dienkapsulasi dengan suhu *inlet spray dryer* 150°C.
- B = Hasil SEM mikrokapsul ekstrak daun *S. cristaefolium* yang dienkapsulasi dengan suhu *inlet spray dryer* 170°C.
- C = Hasil SEM mikrokapsul ekstrak daun *S. cristaefolium* yang dienkapsulasi dengan suhu *inlet spray dryer* 190°C.

➡ : terlapis sempurna ➡ : terlapis sebagian ➡ : tidak terlapis

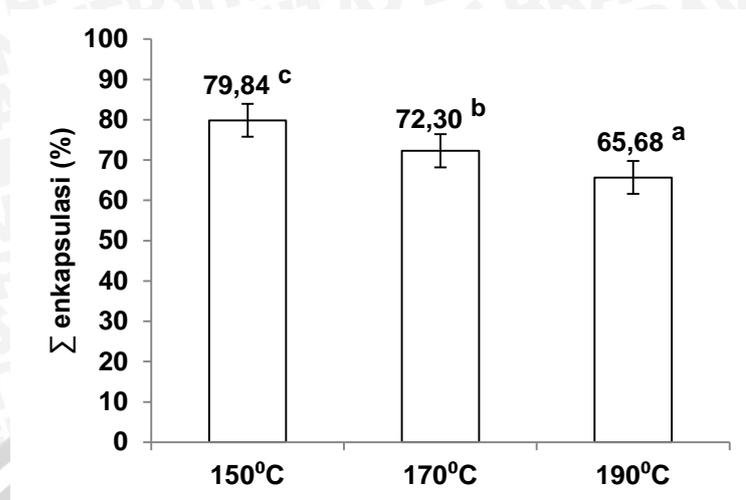
Pada Gambar 19 menunjukkan berbagai bentuk mikrokapsul yang dihasilkan, terdapat lekukan-lekukan pada permukaannya, akan tetapi tidak terlihat retakan. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa penyalut dapat melindungi bahan inti secara sempurna. Penyalut yang dimaksud adalah maltodekstrin. Lekukan yang terlihat pada mikrokapsul disebabkan karena pada tahapan proses pengeringan terjadi penguapan pelarut, sehingga matriks yang telah menyerap air akan kehilangan kandungan airnya, akibatnya terbentuk cekungan pada permukaan luar mikrokapsul (Purwaningsih *et al.*, 2012). Hal ini umum terjadi pada polimer penyalut yang berasal dari polisakarida seperti maltodekstrin. Hal ini juga terkait dengan sifat polisakarida dengan berat molekul gula yang tinggi. Menurut Srifiana *et al.* (2014), mikrokapsul yang dibuat dengan metode pengering semprot memiliki bentuk yang *spheris*, berlekuk serta lapisan penyalut yang rata dan halus. Lekukan-lekukan yang terjadi pada mikrokapsul disebabkan karena adanya penarikan air yang ekstrim akibat pemanasan dengan suhu tinggi.

Pada Gambar 19 menunjukkan bentuk permukaan mikrokapsul yang beragam. Terdapat beberapa perbedaan pada bentuk luar dari mikrokapsul dengan perlakuan suhu *inlet spray dryer* yang berbeda. Pada suhu pengeringan 150°C (Gambar 19A) mikrokapsul terlihat banyak yang terlindungi secara sempurna, hal tersebut dapat dilihat dari bentuk luar mikrokapsul yang cenderung terlapisi secara menyeluruh oleh penyalut. Pada suhu pengeringan 170°C (Gambar 19B) terdapat cekungan pada permukaan enkapsulat. Hal ini dapat diartikan bahwa penyalut hanya melindungi sebagian dari inti, sedangkan pada suhu pengeringan 190°C (Gambar 19C) terlihat banyak mikroenkapsulat yang tidak terlapisi oleh penyalut. Hal tersebut diduga karena suhu yang tinggi dapat menyebabkan dinding kapsul tidak kuat menahan tekanan dari dalam partikel

sehingga menyebabkan mikrokapsul pecah kemudian mengempis. Dari ketiga perlakuan tersebut perlakuan dengan suhu *inlet spray dryer* 150°C dapat menghasilkan mikrostruktur enkapsulat yang paling baik karena pada pengeringan dengan suhu 150°C penyalut dapat menyelimuti hampir keseluruhan dari bahan inti.

Menurut Gharsalloui *et al.* (2007), ketika suhu *inlet spray dryer* rendah maka tingkat penguapan juga rendah sehingga menyebabkan pembentukan mikrokapsul dengan densitas membran yang tinggi, memiliki kandungan air yang tinggi, fluiditas rendah dan aglomerasi yang tinggi. Namun, suhu udara inlet yang tinggi dapat menyebabkan penguapan berlebihan dan mengakibatkan retakan pada membran sehingga dapat menginduksi pelepasan bahan aktif dan dapat menyebabkan degradasi bahan yang ada di dalamnya serta menyebabkan bahan aktif yang bersifat volatil hilang.

Data dan analisis keragaman jumlah enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* yang dapat tersalut dapat dilihat pada Lampiran 18. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu *inlet spray dryer* memberikan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) terhadap jumlah enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dalam satu bidang pandang. Rata-rata jumlah mikrokapsul berkisar antara 65,68 sampai 79,84. Rata-rata jumlah bahan inti yang dapat terenapsulasi pada berbagai suhu *inlet spray dryer* dalam satu bidang pandang dilihat pada Gambar 20.

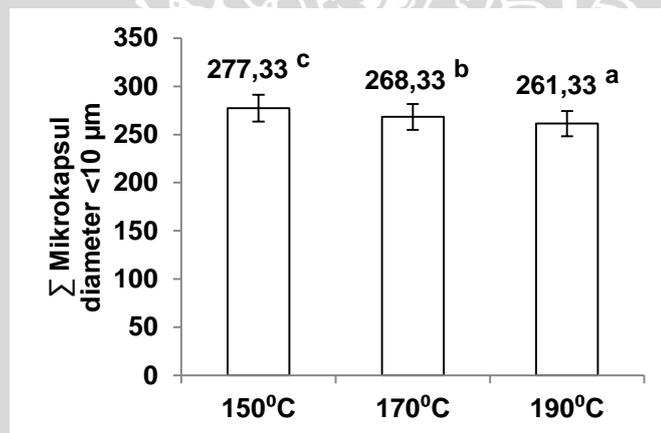


Gambar 20. Rata-rata jumlah bahan inti yang dapat terenkapsulasi pada berbagai suhu *inlet spray dryer* dalam satu bidang pandang.

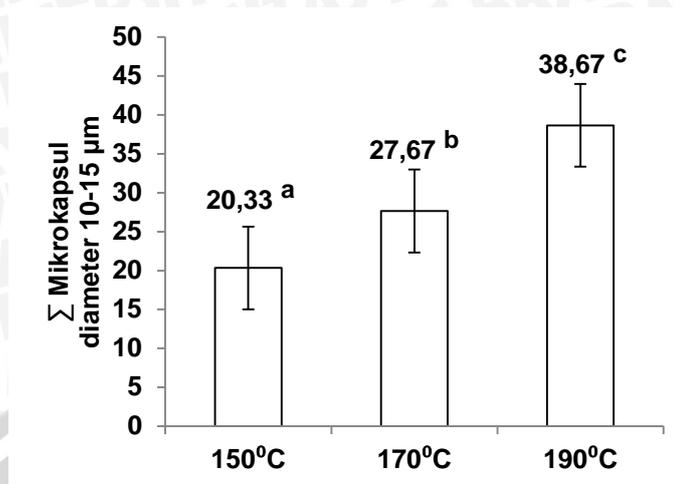
Pada Gambar 20 menunjukkan semakin tinggi suhu *inlet spray dryer*, maka jumlah bahan inti yang dapat terlindungi penyalut akan semakin sedikit. Hal ini diduga karena pada perlakuan suhu tinggi, penyalut tidak mampu melindungi bahan inti dan tidak mampu mempertahankan retensi dari ekstrak daun *S. cristaefolium* sehingga menyebabkan inti keluar dari bahan penyalutnya. Sedangkan pada perlakuan suhu rendah, penyalut masih memiliki kemampuan untuk melindungi bahan inti dan mampu mempertahankan retensi retensi dari ekstrak daun *S. cristaefolium*. Hal ini juga akan mengakibatkan efisiensi enkapsulasi yang semakin rendah. rendahnya efisiensi enkapsulasi diduga karena sifat dari bahan penyalut yang digunakan yaitu maltodekstrin. Maltodekstrin memiliki sifat yang tidak tahan terhadap suhu tinggi atau panas. Maltodekstrin merupakan produk modifikasi pati, hasil hidrolisis secara kimia maupun enzimatik dengan DE kurang dari 20 (Yuliawaty dan Susanto, 2015) yang akan mengalami gelatinisasi (pembengkakan) pada suhu tinggi dan jika dipanaskan secara terus menerus akan pecah akibat tekanan (Winarno, 2004).

4.4 Distribusi Ukuran Diameter Partikel Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium*

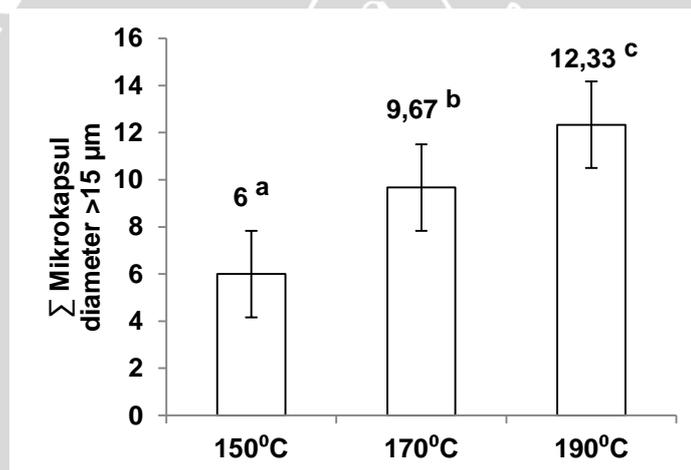
Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu *inlet spray dryer* memberikan pengaruh yang nyata ($p>0,05$) terhadap jumlah enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* pada ukuran partikel diameter $<10\ \mu\text{m}$, diameter $10-15\ \mu\text{m}$, dan $>15\ \mu\text{m}$. Data dan analisis keragaman distribusi ukuran partikel enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dari berbagai perlakuan suhu yang berbeda berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 19, Lampiran 20, dan Lampiran 21. Rata-rata jumlah enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan ukuran diameter $<10\ \mu\text{m}$, diameter $10-15\ \mu\text{m}$, dan $>15\ \mu\text{m}$ dalam satu bidang pandang pada berbagai suhu *inlet spray dryer* berturut-turut dilihat pada Gambar 21, Gambar 22, dan Gambar 23.



Gambar 21. Rata-rata jumlah enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan ukuran diameter $<10\ \mu\text{m}$ dalam satu bidang pandang pada berbagai suhu *inlet spray dryer*.



Gambar 22. Rata-rata jumlah enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan ukuran diameter 10-15 µm dalam satu bidang pandang pada berbagai suhu inlet spray dryer.



Gambar 23. Rata-rata jumlah enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan ukuran diameter >15 µm dalam satu bidang pandang pada berbagai suhu inlet spray dryer.

Gambar 21, 22, dan 23 menunjukkan rata-rata distribusi ukuran diameter partikel enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dalam satu bidang pandang. Enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* memiliki ukuran diameter yang bermacam-macam. Mulai dari diameter <10 µm sampai >15µm. Pada gambar 18 menunjukkan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan diameter <10 µm yang memiliki jumlah paling banyak yaitu berkisar antara 261,33-277,33 mikrokapsul dalam satu bidang pandang. Semakin tinggi suhu inlet spray dryer

maka jumlah mikrokapsul yang dengan ukuran diameter $<10 \mu\text{m}$ akan semakin sedikit. Pada gambar 19 menunjukkan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan diameter $10\text{-}15 \mu\text{m}$ yaitu berkisar antara 20,33-38,67 mikrokapsul dalam satu bidang pandang, sedangkan pada gambar 20 menunjukkan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan diameter $>15 \mu\text{m}$ yang memiliki jumlah paling sedikit yaitu berkisar antara 6-12,33 mikrokapsul dalam satu bidang pandang. Semakin tinggi suhu *inlet spray dryer* maka jumlah mikrokapsul yang dengan ukuran diameter $10\text{-}15 \mu\text{m}$ dan $>15 \mu\text{m}$ akan semakin banyak. Hasil ini sesuai dengan penelitian Bono *et al.* (2011), yang menyatakan bahwa suhu *inlet spray dryer* yang tinggi akan menghasilkan ukuran partikel yang lebih besar. Hal ini dikarenakan terjadinya pembengkakan pada pengeringan dengan menggunakan suhu tinggi. Pengeringan dengan suhu tinggi akan dengan cepat membentuk struktur awal sehingga tidak memungkinkan partikel menyusut selama pengeringan, sedangkan ketika suhu pengeringan rendah partikel akan dengan mudah menyusut sehingga diameter partikel akan mengecil.

Ukuran diameter partikel enkapsulat juga dipengaruhi oleh peristiwa gelatinisasi. Gelatinisasi yang terjadi pada proses enkapsulasi yang melibatkan bahan penyalut maltodekstrin akan lebih cepat mengalami pembengkakan pada granula pati, hal ini dikarenakan maltodekstrin yang berasal dari pati dan memiliki kandungan amilopektin yang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan amilosanya. Rasio antara amilosa dan amilopektin berbeda antar pati, tetapi untuk pati yang normal terdiri dari 25% amilosa dan 75% amilopektin. Perbandingan antara amilosa dan amilopektin akan berpengaruh terhadap sifat kelarutan dan derajat gelatinisasi pati (Rochmawatin, 2010).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh suhu *inlet spray dryer* terhadap enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* tersalut maltodekstrin dapat disimpulkan bahwa suhu *inlet spray dryer* dapat mempengaruhi efisiensi enkapsulasi, kadar air, bau, distribusi morfologi dan ukuran diameter partikel, namun tidak berpengaruh terhadap kelarutan, pH, dan warna enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium*. Enkapsulat terbaik adalah pada perlakuan suhu *inlet spray dryer* 150°C yaitu efisiensi enkapsulasi flavonoid sebesar 73,5345%, kelarutan sebesar 99,165%, pH 8,96, derajat warna sebesar 73,33, mikrokapsul secara sempurna sebesar 79,84%, dan memiliki diameter terbanyak berukuran <10 µm.

5.2 Saran

Disarankan pada pembuatan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan *spray dryer* menggunakan suhu *inlet spray dryer* 150°C dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang konsentrasi maltodekstrin yang tepat sebagai penyalut dalam pembuatan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium*.