

KARAKTERISTIK ENKAPSULAT FIKOSIANIN MIKROALGA (*Spirulina platensis*) SEBAGAI ANTIOKSIDAN ALAMI PADA PERLAKUAN JENIS DAN KONSENTRASI ENKAPSULAN
Characteristics of Encapsulate Microalgae Phycocyanin (Spirulina platensis) as a Natural Antioxidant in Encapsulant Types and Concentrations

Ida Bagus Gede Brahmantara¹⁾, Ni Made Wartini²⁾, Lutfi Suhendra²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Magister ITP, FTP Univ. Udayana

²⁾ Dosen Program Studi Magister ITP, FTP Univ. Udayana

Diterima 21 Desember 2021 / Disetujui 15 Februari 2022

ABSTRACT

Spirulina platensis microalgae contain phycocyanin, a bioactive compound. Phycocyanin is a natural antioxidant that has instability against temperature and light. The objective of this research was to determine the effect of different types and concentrations level of encapsulants on the characteristics of *S. platensis* microalgae phycocyanin encapsulate. The experimental method with Randomized Block Factorial Design were used, where 2 treatments were given. The first treatment was the type of encapsulants, which consists of Arabic gum, maltodextrin, and the combination of both (Arabic gum : maltodextrin). The second treatment was the concentration level, which are 10%; 20%; and 30%. All the treatments given were repeated twice, thus 18 experimental units were obtained. The data were analyzed using ANOVA and followed by Tukey's Test. The results shown that the combination of Arabic gum and maltodextrin (1:1) on the concentration level of 10% produced the best phycocyanin encapsulate with total yield of 13.39%; water content of 6.39%; phycocyanin content of 13.74%; encapsulation efficiency of 44.38%; antioxidant capacity of 24.92 mg/L GAEAC.

Keywords: *arabic gum, encapsulation, maltodextrin, phycocyanin*

PENDAHULUAN

Mikroalga saat ini dikenal sebagai pakan ternak, bahan baku industri farmasi, kosmetika dan antibiotik. Hal ini dikarenakan kandungan kimia yang dikandung seperti protein, lemak, asam lemak tak jenuh, pigmen dan vitamin (Kawaroe et al., 2010). Senyawa bioaktif merupakan senyawa yang terdapat pada hewan dan tumbuhan yang dihasilkan melalui jalur metabolit sekunder. Senyawa bioaktif ini memiliki berbagai manfaat bagi kehidupan manusia, diantaranya dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, dan antikanker (Firdiyani et al., 2015). Penggunaan antioksidan sintetik sebagai bahan pangan tidak direkomendasikan oleh Departemen Kesehatan karena diduga dapat menyebabkan kanker (karsinogenik). Salah

satu mikroalga yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber antioksidan alami adalah mikroalga *Spirulina platensis*.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa *Spirulina sp.* memiliki potensi dalam pengembangan antioksidan alami. Fikosianin merupakan senyawa bioaktif yang tidak stabil terhadap suhu dan pH. Fikosianin stabil pada kisaran pH 5,5 – 6 dan akan menurun stabilitasnya pada suhu penyimpanan di atas 47°C, Menurut Sedjati (2012) dalam kondisi tersebut menyebabkan fikosianin akan memudar (denaturasi). Dengan karakteristik dari fikosianin yang sensitif terhadap suhu dan cahaya menyebabkan masa simpan yang terbatas. Salah satu cara mengatasi masalah tersebut dengan mengubah fikosianin menjadi dalam bentuk bubuk dengan teknologi enkapsulasi. Dengan metode enkapsulasi

*Korespondensi Penulis:

Email: md_wartini@unud.ac.id

diharapkan bahan aktif akan terlindung dari pengaruh lingkungan yang merugikan selama proses penyimpanan maupun selama pengolahan. Maltodekstrin saat ini sebagai bahan penyalut / enkapsulan telah banyak diaplikasikan, karena dekstrin memiliki sifat yang mudah larut dalam air, cepat terdispersi, tidak kental, serta lebih stabil dibandingkan dengan pati. Selain maltodekstrin, bahan penyalut (enkapsulan) yang umum digunakan saat ini yaitu gum arab dikarenakan memiliki sifat yang mudah larut dalam air. Karakteristik enkapsulat yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis enkapsulan (bahan penyalut) dan konsentrasinya. Penelitian yang dilakukan oleh Wartini et al. (2018), dalam penelitiannya dengan perlakuan jenis enkapsulan maltodekstrin dan gum arab terhadap karakteristik enkapsulat pewarna buah pandan dengan konsentrasi enkapsulan 10 – 30 %. Kunarto et al. (2018), melakukan penelitian tentang enkapsulasi antioksidan ekstrak kulit durian (*Durio zibethinus* Murr.) dengan perlakuan kombinasi terbaik enkapsulan (1:1) maltodekstrin dan gum arab.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan jenis enkapsulan dan konsentrasi enkapsulan terhadap karakteristik enkapsulat fikosianin terbaik, serta menentukan konsentrasi dan jenis enkapsulan untuk menghasilkan enkapsulat fikosianin terbaik.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku adalah fikosianin yang berasal dari *Spirulina platensis* bubuk yang diperoleh dari Kabupaten Sukoharjo, Indonesia, bahan kimia yang digunakan meliputi : maltodekstrin DE 10, gum arab, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), aquades, metanol (Merch), NaOH (Merch), KH_2PO_4 (Merch), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Peralatan yang digunakan yaitu : timbangan analitik (SHIMADZU), erlenmayer (Pyrex), gelas beaker (Pyrex), pipet mikro, lemari pendingin (Sharp), pipet volume (Iwaki), pipet tetes (Iwaki), oven (mmert), spektrofotometer UV-Vis (Jeol JSM-6510LA), Magnetic Stirer (Thermo Scientific), Sentifuge, penjepit logam, tissue, aluminium foil (Klin Pak), desikator, pisau, gunting, dan SEM jenis JSM-6510 LV.

Metode

Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan percobaan faktorial dengan 2 faktor, menggunakan Rancangan Acak Kelompok. (RAK). Faktor I yaitu jenis enkapsulan terdiri atas 3 jenis: maltodekstrin, gum arab dan kombinasi maltodekstrin dan gum arab (1 : 1). Faktor II yaitu konsentrasi larutan enkapsulan terdiri atas 3 taraf: 10, 20, 30%. Perlakuan kombinasi berjumlah $3 \times 3 = 9$ buah. Masing-masing perlakuan dilakukan 2 kali sehingga terdapat 18 unit percobaan.

Pelaksanaan penelitian

Bubuk *Spirulina platensis* dimaserasi dengan aquades perbandingan (1 : 10) (w/v) selanjutnya dihomogenisasi dengan kecepatan 300 rpm pada suhu ruang (26 - 29°C) selama 4 jam. Larutan yang berisi fikosianin dipisahkan dengan sentrifus pada 10.000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan filtrat dan endapan. Filtrat ditambahkan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (Penambahan filtrat dengan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 1:1$) kemudian didiamkan selama ± 24 jam pada suhu 4°C, sampai terjadi presipitasi. Selanjutnya larutan kembali disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 15.000 rpm. Endapan yang terbentuk dipisahkan dari supernatan sehingga didapatkan ekstrak fikosianin. Selanjutnya dilakukan proses dialisis ekstrak fikosianin dengan tabung selofan 12 kDa yang berisi ekstrak fikosianin dan kedua ujungnya diikat benang rami. Tabung selofan dimasukkan kedalam gelas

beaker yang berisi aquades. Dialisis dilakukan selama 24 jam dengan penggantian aquades setiap 6 jam pada suhu 4°C.

Ekstrak fikosianin ditambahkan sebanyak 1% kedalam 50 ml larutan enkapsulan (maltodekstrin, gum arab, dan kombinasi maltodekstrin gum arab) yang sebelumnya sudah ditimbang sesuai dengan perlakuan (10%, 20%, 30%), selanjutnya dihomogenisasi dengan magnetic stirer selama ± 30 menit atau hingga tercampur rata. Emulsi yang terbentuk dikeringkan dalam oven pengering pada suhu 50°C selama 24 jam. Selanjutnya dihancurkan dengan blender dan diayak dengan ayakan 60 mesh.

Pengamatan dan Analisis

Enkapsulat fikosianin yang sudah didapatkan kemudian dianalisis. Parameter uji yang digunakan adalah : Rendemen (Sudarmadji et al., 1997), Kadar air (Sudarmadji et al., 1997), Kadar fikosianin

(Kurniasih, 2008), Efisiensi enkapsulasi (Sirojuddin et al., 2015), dan Aktivitas antioksidan menurut Molyneux, (2004).

Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam dan uji lanjut dengan uji beda nyata jujur Tukey dengan selang kepercayaan 95 % dengan software Minitab 18.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis enkapsulan dan konsentrasi enkapsulan berpengaruh nyata ($p < 0,05$), tetapi interaksi kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap rendemen enkapsulat fikosianin. Nilai rata-rata rendemen enkapsulat fikosianin dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen (%) enkapsulat fikosianin

Jenis Enkapsulan	Konsentrasi (%)			Rata-rata
	10	20	30	
Maltodekstrin	12,94	14,76	20,40	16,03 \pm 3,48 b
Gum Arab	13,07	15,12	21,39	16,76 \pm 3,37 ab
Maltodekstrin + Gum Arab (1:1)	13,39	15,50	20,92	16,37 \pm 3,73 a
Rata-rata	13,13 \pm 0,22 c	15,13 \pm 0,37 b	20,90 \pm 0,73 a	

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNJ Tukey dengan selang kepercayaan 95%.

Tabel 1 menunjukkan nilai rendemen tertinggi pada konsentrasi enkapsulan 30% dengan nilai rata-rata 20,90% sedangkan nilai rendemen terendah pada konsentrasi enkapsulat 10% dengan nilai rata-rata 13,13%. Semakin tinggi konsentrasi enkapsulan yang digunakan akan menghasilkan rendemen enkapsulat semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh total padatan pada bahan yang dikeringkan semakin tinggi akan memperoleh rendemen yang semakin tinggi sedangkan

semakin sedikit total padatan suatu campuran, rendemen yang diperoleh semakin sedikit Purnomo et al., (2014). Hal ini sejalan dengan penelitian dari Wartini et al. (2018), yang melakukan enkapsulasi pada pewarna buah pandan dengan enkapsulan maltodekstrin dan gum arab.

Nilai rendemen terendah diperoleh dari jenis enkapsulan maltodekstrin dengan nilai rata-rata 16,03% dilanjutkan oleh kombinasi antara maltodekstrin dan gum arab (1:1)

dengan nilai rata-rata 16,37% dan rendemen tertinggi enkapsulan gum arab dengan nilai rata-rata 16,76%. Semakin banyaknya total padatan yang terkandung pada suatu larutan menyebabkan viskositas menjadi meningkat Khasanah et al. (2010). Wartini et al. (2018), konsentrasi yang sama antara larutan maltodekstrin dan gum arab, maltodekstrin memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan gum arab. Meningkatnya viskositas menyebabkan kadar

air tinggi pada enkapsulat fikosianin yang meningkatnya hasil rendemen pada bahan.

Kadar air

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis enkapsulan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), tetapi konsentrasi berbeda tidak nyata ($P > 0,05$), sedangkan interaksi kedua perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air enkapsulat fikosianin. Nilai rata-rata dari kadar air produk enkapsulat fikosianin disajikan dalam Tabel. 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar air (% b/k) enkapsulat fikosianin

Jenis Enkapsulan	Konsentrasi (%)		
	10	20	30
Maltodekstrin	6.15±0.03 d	6.28±0.02 d	6.70±0.01 cd
Gum Arab	8.81±0.02a	8.54±0.35 ab	7.78±0.08 abc
Maltodekstrin + Gum Arab (1:1)	6.39±0.64d	6.62±0.42cd	7.34±0.47bcd

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNJ Tukey dengan selang kepercayaan 95%.

Tabel 2 menunjukkan nilai kadar air tertinggi dengan nilai rata-rata 8,37% pada enkapsulan gum arab dan nilai rata-rata terendah 6,38% pada enkapsulan maltodekstrin. Hal ini disebabkan oleh perbedaan dari berat molekul dan struktur molekul dari enkapsulan yang digunakan yaitu maltodekstrin dan gum arab. Berat molekul yang dimiliki oleh maltodekstrin lebih rendah (< 4.000) dan struktur yang sederhana sedangkan berat molekul dari dimiliki oleh gum arab jauh lebih besar (± 500.000) dan memiliki struktur molekul yang lebih kompleks yang menyebabkan ikatan dengan molekul air menjadi lebih kuat, sehingga pada saat proses pengeringan dibutuhkan energi penguapan yang lebih besar (Iswara, 2017).

Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Febriyanti, (2014) tentang sifat fisik instan temulawak dengan rasio penambahan maltodekstrin dan gum arab, hasil kadar air yang diperoleh pada enkapsulan

maltodekstrin sebesar 7,16% selanjutnya kombinasi enkapsulan maltodekstrin dan gum arab (1:1) sebesar 7,86% sedangkan kadar air enkapsulan gum arab adalah 9,09%. Penelitian yang juga dilakukan oleh Hasibuan et al., (2017) tentang mikroenkapsulasi minyak ikan pora – pora diperoleh kadar air terendah dengan perbandingan konsentrasi maltodekstrin tertinggi diperoleh kadar air sebesar 4,8% selanjutnya diikuti oleh kombinasi maltodekstrin dan gum arab (1:1) kadar air diperoleh sebesar 7%, kadar air tertinggi yaitu pada konsentrasi perbandingan enkapsulan Gum Arab tertinggi sebesar 7,3%.

Kadar fikosianin

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi enkapsulan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), jenis enkapsulan berpengaruh nyata ($P < 0,05$), sedangkan interaksi kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar fikosianin enkapsulat. Nilai

rata-rata kadar fikosianin dari enkapsulat fikosianin dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata kadar fikosianin (%) enkapsulat fikosianin

Jenis Enkapsulan	Konsentrasi (%)			Rata-rata
	10	20	30	
Maltodekstrin	12,06	5,91	4,72	7,56±3,55 ab
Gum Arab	13,01	6,82	5,06	8,30±3,74 a
Maltodekstrin + Gum Arab (1:1)	13,74	7,14	6,02	8,97±3,78 b
Rata-rata	12,94±0,79a	6,62±0,74 b	5,27±0,84 c	

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji *BNJ* Tukey dengan selang kepercayaan 95%.

Tabel 3 menunjukkan kadar fikosianin rata-rata tertinggi terdapat pada kombinasi maltodekstrin dan gum Arab (1:1) yaitu 8,97% tidak berbeda dengan gum arab yaitu 8,30% sedangkan nilai rata-rata terkecil kadar fikosianin pada enkapsulan maltodekstrin yaitu 7,56%, hal ini disebabkan oleh maltodekstrin mempunyai kemampuan untuk membentuk jaringan matriks yang baik yang penting dalam pembentukan sistem dinding, dibantu dengan kombinasi gum arab yang baik dalam emulsifier serta pembentukan lapisan film (Sugindro et al., 2008), dengan terbentuknya matriks pelindung yang kuat disekitar material inti membuat material inti yaitu ekstrak fikosianin menjadi terlindungi dengan baik. Dalam penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Dewi et al. (2015), tentang enkapsulasi fikosianin menggunakan enkapsulan maltodekstrin dan karagenan diperoleh hasil kadar fikosianin terbaik pada kombinasi maltodekstrin dan karagenan tertinggi yaitu 2,83 %. Penelitian yang hampir sama juga telah dilakukan oleh Kurniasih et al. (2018), tentang enkapsulasi fikosianin dengan maltodekstrin dan alginat diperoleh hasil kadar fikosianin tertinggi dengan kombinasi maltodekstrin dan alginat tertinggi yaitu 2,42 %.

Kadar fikosianin tertinggi terhadap perlakuan konsentrasi enkapsulan tertinggi pada konsentrasi enkapsulan 10% dengan nilai rata-rata yaitu 12,94%, kadar fikosianin terendah pada perlakuan konsentrasi enkapsulan 30% dengan nilai rata-rata 5,27%. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi konsentrasi enkapsulan menyebabkan total fikosianin menjadi rendah dipengaruhi oleh meningkatnya konsentrasi suatu enkapsulan akan menyebabkan besarnya rasio antara ekstrak fikosianin dengan enkapsulan, sebaliknya dengan rendahnya konsentrasi enkapsulan menyebabkan rasio antara ekstrak fikosianin dengan enkapsulan menjadi tinggi (Widarta et al., 2014).

Efisiensi enkapsulasi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi enkapsulan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), jenis enkapsulan berpengaruh nyata ($P < 0,05$), sedangkan interaksi kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap efisiensi enkapsulasi pada enkapsulat fikosianin. Nilai rata-rata efisiensi enkapsulasi dari enkapsulat fikosianin dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata efisiensi enkapsulasi (%) enkapsulat fikosianin

Jenis Enkapsulan	Konsentrasi (%)			Rata-rata
	10	20	30	
Maltodekstrin	40,89	36,77	26,10	34,58±6,94 b
Gum Arab	43,42	37,35	27,03	35,93±7,45 ab
Maltodekstrin + Gum Arab (1:1)	44,38	40,66	26,71	37,79±9,05 a
Rata-rata	43,44±2,60 a	38,26±2,50b	26,61±0,65 c	

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNJ Tukey dengan selang kepercayaan 95%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa efisiensi enkapsulasi tertinggi dengan perlakuan kombinasi enkapsulan maltodekstrin dan gum arab (1:1) yaitu 37,79% tidak berbeda dengan gum arab 35,93% sedangkan efisiensi enkapsulasi terendah dengan perlakuan maltodekstrin 34,58%. Hal ini disebabkan kombinasi maltodekstrin dan gum Arab (1:1) menghasilkan emulsi yang stabil dikarenakan gum arab memiliki sifat emulsifier yang efektif dan dapat membentuk lapisan film yang baik (Kunarto, et al., 2018), sedangkan maltodekstrin dapat membentuk jaringan matriks yang baik yang penting dalam pembentukan sistem dinding, dengan dikombinasikannya maltodekstrin dan gum arab dalam enkapsulasi akan terbentuk lapisan film yang baik (Sugindro. et al., 2008). Efisiensi enkapsulasi menunjukkan tingkat keberhasilan suatu enkapsulan mampu melindungi senyawa di dalamnya (Dewi, et al., 2016).

Menurut Oliyaei et al., (2019) bahwa tingginya efisiensi dari enkapsulasi dikarenakan stuktur yang berongga seperti spons dengan adanya rongga yang memanjang dari permukaan hingga ke dalam tersebut, menyebabkan molekul dapat memasuki struktur yang dimana menyebabkan luas permukaan menjadi lebih spesifik besar dan meningkatkan efisiensi enkapsulasi, berdasarkan hal tersebut perlu dipertimbangkan juga rasio dari massa bahan enkapsulan sebagai faktor penting dalam

peningkatan efisiensi enkapsulasi. Berdasarkan data efisiensi enkapsulasi pada Tabel 4 diketahui bahwa efisiensi enkapsulasi dipengaruhi oleh jenis enkapsulan dan rasio antara ekstrak fikosianin dengan enkapsulan. Efisiensi dari enkapsulan yang dihasilkan sangat bervariasi dari 26,61% hingga 43,44%. Hasil tersebut ditunjukkan dari enkapsulan yang menggunakan kombinasi maltodekstrin dan gum arab (1:1) sebesar 10% yang menghasilkan efisiensi tertinggi dibandingkan dengan konsentrasi 20% dan 30%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Widarta et al., (2014), konsentrasi enkapsulan yang digunakan semakin tinggi dapat menyebabkan efisiensi dari mikroenkapsulan semakin rendah. Hal tersebut dipengaruhi oleh nilai total fikosianin yang semakin rendah apabila konsentrasi enkapsulan yang digunakan semakin besar. Hogan et al. (2001), menyatakan bahwa rasio dari ekstrak fikosianin dengan enkapsulan mempengaruhi sifat dari hasil efisiensi mikroenkapsulasi.

Efisiensi enkapsulasi menunjukkan seberapa efisien enkapsulan yang digunakan untuk mengenkapsulasi / melindungi bahan inti yaitu fikosianin. Semakin besar nilai efisiensi enkapsulasi, maka semakin baik konsentrasi enkapsulan yang digunakan untuk mengenkapsulasi fikosianin.

Kapasitas Antioksidan

Berdasarkan hasil analisis ragam diperoleh bahwa jenis enkapsulan dan

interaksi kedua perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) sedangkan perlakuan konsentrasi enkapsulan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kapasitas antioksidan pada

enkapsulat fikosianin. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan dari enkapsulat fikosianin dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan enkapsulat fikosianin (mg GAE/100g)

Jenis Enkapsulan	Konsentrasi (%)		
	10	20	30
Maltodekstrin	20,95±0,03 b	15,05±1,23 c	10,66±0,76 d
Gum Arab	23,55±0,54 ab	15,48±0,68 c	8,96±0,84 d
Maltodekstrin + Gum Arab (1:1)	24,92±0,95 a	16,87±0,41 c	10,52±0,40 d

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji *BNJ* Tukey dengan selang kepercayaan 95%.

Tabel 5 menunjukkan kapasitas antioksidan tertinggi dengan perlakuan kombinasi enkapsulan maltodekstrin dan gum arab (1:1) 10% dengan rata-rata 24,93 mg GAE/100g, tidak berbeda nyata dengan perlakuan gum arab 10% dengan rata-rata 23,55 mg GAE/100g dan rata-rata kapasitas antioksidan terendah didapatkan dari perlakuan gum arab 30% dengan rata-rata 8,96%. Hal ini disebabkan maltodekstrin mempunyai kemampuan emulsifikasi dan retensi komponen yang rendah, menyebabkan maltodekstrin tidak dapat membentuk lapisan yang baik untuk melindungi produk (Lestari et al., 2019). Sugindro et al. (2008), menyatakan maltodekstrin memiliki viskositas emulsi yang rendah sebelum proses pengeringan menyebabkan lapisan kulit (shell) menjadi tidak kuat yang menyebabkan material inti kurang terlindungi saat proses pengeringan berlangsung. Dengan kombinasi enkapsulan maltodekstrin dan gum arab menyebabkan terbentuknya enkapsulat yang baik sehingga dapat meningkatkan perlindungan fikosianin dari pengaruh panas dalam proses pengeringan pembuatan enkapsulat fikosianin.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian dari Rahayuni et al. (2002), yang melakukan enkapsulasi antioksidan lidah

buaya, dengan enkapsulan Maltodekstrin dan Gum Arab, hasil aktivitas antioksidan dengan rasio enkapsulan Gum Arab : Maltodekstrin (1:0; 3:2; 2:3; 0:1) dengan perbandingan ekstrak dan enkapsulan (1:2) dengan hasil berturut – turut adalah (10,65%, 11,70%, 12,30%, 9,52%). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Dewi et al. (2016), Enkapsulasi fikosianin dengan enkapsulan maltodekstrin dan karagenan, rasio penambahan karagenan dalam enkapsulat fikosianin dengan nilai penambahan 1% karagenan diperoleh hasil tertinggi kapasitas antioksidan 49,05%, sedangkan penambahan 0% karagenan diperoleh hasil kapasitas antioksidan terendah 15,02%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kurniasih et al., (2018) menggunakan kombinasi rasio perbandingan enkapsulan maltodekstrin dan alginat untuk membuat enkapsulat fikosianin dengan nilai tertinggi dengan rasio penambahan alginat 0,8% dengan hasil tertinggi kapasitas antioksidan 62,19% sedangkan dengan penambahan alginat 0% merupakan hasil terendah 29,74%.

Kapasitas antioksidan memiliki korelasi linier yang positif dengan kadar fikosianin. Agustina et al., (2020) menjelaskan semakin tinggi kadar fikosianin akan memberikan nilai

kapasitas antioksidan yang tinggi. Molyneux (2004) menyatakan bahwa suatu senyawa memiliki kemampuan sebagai antioksidan jika senyawa tersebut dapat mendonorkan atom hidrogen yang ditandai dengan perubahan warna ungu menjadi kekuningan. Pigmen fikobiliprotein pada *S. platensis* terdiri atas allofikosianin dan didominasi oleh fikosianin. Pigmen fikobiliprotein memiliki struktur yang mirip dengan bilirubin yang memiliki kemampuan untuk meredam oksigen reaktif secara *in vivo* (Agustini, 2012). Hal tersebut disebabkan oleh struktur dari fikosianin yang memiliki rantai tetraphyrolles terbuka yang memiliki kemampuan dalam menangkap radikal oksigen. Chromophores pada c-fikosianin (tetraphyrolles terbuka) memiliki struktur yang sangat mirip dengan bilirubin.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlakuan jenis enkapsulan, konsentrasi enkapsulan berpengaruh pada rendemen, kadar air, kadar fikosianin, efisiensi enkapsulasi, sedangkan interaksi antara jenis enkapsulan dan konsentrasi enkapsulan berpengaruh pada kapasitas antioksidan enkapsulat fikosianin.
2. Perlakuan kombinasi enkapsulan maltodekstrin dan gum arab (1:1) dengan konsentrasi 10% merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan enkapsulat dengan karakteristik rendemen 13,39%, kadar air 6,39% b/b, kadar fikosianin 13,74%, kapasitas antioksidan 24,92 mg/L GAEAC dan efisiensi enkapsulasi 44,38%.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, S., Aidha, N. N., Oktariana, E., Setiawati, I. 2020. Proses Formulasi Emulsi Fikosianin sebagai Antioksidan dengan Virgin Coconut Oil (Vco) sebagai

Fase Minyak. *Jurnal Biopropal Industri* 11 (2) : 95 – 105.

Agustini, N. W. S. 2012. Aktivitas Antioksidan dan Uji Toksisitas Hayati Pigmen Fikobiliprotein dari Ekstrak *Spirulina platensis*. *Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS* 9 (1) : 537 – 543.

Dewi, E. N., L. Purnamayati, R.A. Kurniasih. 2016. Antioxidant Activities of Phycocyanin Microcapsules Using Maltodextrin and Carrageenan as Coating Materials. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*. 78 (4-2) : 45 – 50.

Firdiyani, F., T. W. Agustini, dan W. F. Ma'auf. 2015. Ekstraksi senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami *Spirulina Platensis* segar dengan pelarut yang berbeda. *JPHPI* 18 (1) : 28 – 37.

Hasibuan, N. E., Tamrin. Muis, Y. 2017. Mikroenkapsulasi Minyak Ikan Pora-Pora (*Mystacoleucus padangensis*) Menggunakan metode Spray Drying Untuk Aplikasi Nutrisi Makanan. *Jurnal Kimia Mulawarman* 14 (2) : 108 – 114.

Hogan, S. A., McNamee, B. F., O'Riordan, D., O'Sullivan, M. 2001. Microencapsulating Properties of Sodium Caseinate. *J. Agric. Food Chem.* (49) : 1934 – 1938.

Kawaroe, M., T. Prartono, A. Sannuddin, D. W. Sari, & D. Augustine. (2010). Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar. Bogor: IPB Press.

Khasanah, L. U., B. K. Anandhito, T. Rachmawaty, R. Utami, G. J. Manuhara. 2015. Pengaruh rasio bahan penyalut maltodekstrin, gum arab, dan kasein terhadap karakteristik fisik dan kimia mikrokapsul. *Agritech*. 35 (4) : 414 – 421.

- Kunarto, B., Sani, E. Y. 2018. Karakteristik Ekstrak Antioksidan Kulit Durian (*Durio zibethinus murr.*) yang Dienkapsulasi Menggunakan Maltodekstrin Biji Durian dan Gum Arab. *Prosiding SNST 9* : 84 – 90.
- Kurniasih, R. A., L. Purnamayati, U. Amalia, E. N. Dewi. 2018. Formulation and characterization of phycoyanin microcapsules within maltodextrin-alginate. *Agritech*. 38 (1) : 23 – 29.
- Lestari. E., Dumarni, N. K., Mappiratu. 2019. Kajian Aktivitas Antioksidan Mikrokapsul Ekstrak Kulit Terong Ungu (*Solanum melongena L.*). *Kovalen5* (3) : 299 – 307.
- Molyneux P. 2004. The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for sstimating antioxidant activity. *Journal of Science Technology*. 26: 211-219.
- Oliyaei, N., Nasad, M. M., Tamaddon, A. M., Fazaeli, M. 2019. Double Encapsulation of Fucoxanthin Using Porous Starch Through Sequential Coating Modification with Maltodextrin and Gum Arabic. *Food Sci Nutr*. 1226 – 1236.
- Rahayuni, T., Santoso, U. 2002. Makroenkapsulasi Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*): Uji Karakteristik Mikroenkapsulasidan Aktivitas Antioksidan. *Agrosains* (15) 3 : 391 – 402.
- Sedjati, S., A. Ridlo, E. Supriyantini. 2015. Efek Penambahan Gula Terhadap Kestabilan Warna Ekstrak Fikosianin *Spirulina sp.* *Jurnal Kelautan Tropis* 18 (1) : 01 – 06.
- Sudarmadji, S., Haryano, & B. Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta. Liberty.
- Sugindro. Mardliyati, E., Djajadisastra, J. 2008. Pembuatan dan Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Biji Jinten Hitam Pahit (*Nigella sativa linn.*). *Majalah Ilmu Kefarmasian* 5 (2) : 57 – 66.
- Sirojuddin, Adhitiyawarman, Destiarti, L. 2015. Fotostabilitas dan Termostabilitas Pigmen Buah Tomat (*Solanum Lycopersicum L.*) Hasil Enkapsulasi Menggunakan Maltodekstrin. 4 (2) : 6 – 13.
- Wartini, N. M., G.P. Ganda Putra. 2018. Karakteristik Enkapsulat Pewarna Buah Pandan pada Perlakuan Jenis dan Konsentrasi Enkapsulan. *Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology)*. 5 (2) : 139 – 148.
- Widarta, . W. R., Arihantana, N. M. I. H. 2014. Mikroenkapsulasi Ekstrak Bekatul Beras Merah : Kajian Jenis dan Konsentrasi Enkapsulan. *Prosiding Seminar Nasiaonal Sains dan Teknologi. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 2 (2) : 75 – 79.