

## STABILISASI FIKOSIANIN *Spirulina platensis* DENGAN PERLAKUAN MIKROENKAPSULASI DAN pH

Endah Saivira Mauliasari, Tri Winarni Agustini\*, Ulfah Amalia

Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, FPIK, Universitas Diponegoro

Jalan Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275

Telp/Fax. +6224 7474698, email : [ps.thp.fpik.undip@live.undip.ac.id](mailto:ps.thp.fpik.undip@live.undip.ac.id)

\*Korespondensi : [tagustini@lecturer.undip.ac.id](mailto:tagustini@lecturer.undip.ac.id)

Diterima: 12 Oktober 2019/ Disetujui: 18 Desember 2019

**Cara sitasi:** Mauliasari ES, Agustini TW, Amalia U. 2019. Stabilisasi fikosianin *Spirulina platensis* dengan perlakuan mikroenkapsulasi dan pH. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(3): 526-534.

### Abstrak

*Spirulina platensis* merupakan mikroalga berwarna biru-hijau yang digolongkan ke dalam kelompok *Cyanobacteria*. *S. platensis* sering dimanfaatkan sebagai bahan pangan fungsional karena kandungan pigmen fikosianin yang dapat berperan sebagai antioksidan. Pigmen fikosianin memiliki stabilitas yang rendah dan sensitif terhadap pH, suhu, oksigen, dan kelembaban, sehingga perlu tindakan lebih lanjut untuk menjaga kestabilannya salah satunya melalui teknik mikroenkapsulasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh mikroenkapsulasi dan pH yang berbeda terhadap stabilitas fikosianin *S. platensis*. Rancangan percobaan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 3 kali ulangan, dengan 2 faktor yaitu proses mikroenkapsulasi dan perlakuan pH yang berbeda (pH 4 dan pH 8). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses mikroenkapsulasi dan perlakuan pH yang berbeda berpengaruh ( $P < 0,05$ ) terhadap stabilitas fikosianin *S. platensis*. Bubuk *S. platensis* dengan mikroenkapsulasi pada pH 8 menghasilkan nilai degradasi fikosianin  $5,32 \pm 1,37\%$ , degradasi antioksidan  $38,12 \pm 0,31\%$ , dan *total color different* (TCD)  $22,1 \pm 0,07$  lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai *relative concentration* (CR) fikosianin *S. platensis* dengan mikroenkapsulasi pada pH 8 adalah  $94,68 \pm 1,37\%$  dan merupakan nilai CR tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Fikosianin lebih stabil pada bubuk *S. platensis* dengan mikroenkapsulasi pada pH basa (8), karena struktur fikosianin akan terbuka pada kondisi asam dan menyebabkan presipitasi protein.

Kata kunci : antioksidan, degradasi, mikroalga, pigmen

### *Stabilization of Phycocyanin from Spirulina platensis using Microencapsulation and pH Treatment*

#### Abstract

*Spirulina platensis* is a blue-green microalga which is classified into *Cyanobacteria*. *S. platensis* is often used as functional food ingredient because their phycocyanin pigment has antioxidant properties. However, the pigment is of low stability and is sensitive to temperature, pH, oxygen, and humidity. The purpose of this study was to determine the effect of microencapsulation and pH treatment on the stability of phycocyanin *S. platensis*. The experimental design used in the study was Completely Randomized Factorial Design with 2 factors namely microencapsulation process and different pH values (pH 4 and pH 8). The results showed that the microencapsulation process and pH treatment had different effects ( $P < 0.05$ ) on the stability of phycocyanin. *S. platensis* with microencapsulation at pH 8 produced smaller phycocyanin degradation ( $5.32 \pm 1.37\%$ ), antioxidant degradation ( $38.12 \pm 0.31\%$ ), and total color different (TCD) ( $22.1 \pm 0.07$ ) compared to other treatments. While the relative concentration (CR) value of the microencapsulated phycocyanin in *S. platensis* was  $94.68 \pm 1.37\%$ , higher than that of other treatments. Microencapsulation at pH 8 stabilized phycocyanin by preventing precipitation of the protein.

Keywords : antioxidants, degradation, microalgae, pigment

## PENDAHULUAN

*Spirulina platensis* merupakan mikroalga biru-hijau yang digolongkan ke dalam *Cyanobacteria*. *S. platensis* tersebar di seluruh Indonesia. Nilai ekspor rumput laut mengalami kenaikan sebesar 6,02% per tahun selama periode 2012-2017 (KKP 2018). *S. platensis* memiliki kandungan nutrisi yang tinggi yaitu protein, vitamin dan mineral serta pigmen alami berupa fikosianin, klorofil, beta karoten, dan xantofil. Kandungan pigmen fikosianin memiliki persentase paling besar didalam *S. platensis*.

Fikosianin pada *S. platensis* dapat digunakan sebagai alternatif pewarna biru alami pada makanan, minuman maupun obat-obatan (Chaiklahan *et al.* 2012). Fikosianin juga memiliki kemampuan sebagai antioksidan, anti-inflamasi serta mampu menurunkan kadar kolesterol (Fariyah *et al.* 2014). Oleh karena itu *S. platensis* dapat dikembangkan sebagai zat aditif pada pangan fungsional. Pigmen fikosianin memiliki stabilitas yang rendah terhadap pH, suhu, cahaya, oksigen dan kelembaban. Suatu bahan dapat dikatakan stabil jika kadarnya tidak berkurang sebanyak lebih dari 50% selama proses pengolahan maupun penyimpanan. Ketidakstabilan dapat dideteksi melalui perubahan sifat fisika, kimia serta penampilan dari suatu bahan (Deviarny *et al.* 2012).

Fikosianin sensitif terhadap perubahan pH. Chaiklahan *et al.* (2012) menyatakan bahwa pigmen fikosianin stabil pada pH 5,5-6 dan tidak akan larut lagi pada larutan dengan pH < 4,5. Kondisi pH sangat memengaruhi kadar dan intensitas warna fikosianin. Semakin rendah pH semakin kecil serapan (absorbansi) sehingga kadar maupun intensitas warna fikosianin menurun (Jos *et al.* 2011). Karotenoid pada pH asam mengalami penurunan sebanyak 84%, sedangkan pada pH basa hanya turun sebanyak 15%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pigmen karoten yang memiliki struktur serupa dengan fikosianin, lebih stabil pada kondisi basa dibandingkan kondisi asam. Fikosianin memiliki stabilitas yang rendah terutama oleh perubahan pH, sehingga dibutuhkan suatu cara untuk

mempertahankan stabilitasnya salah satunya dengan teknologi mikroenkapsulasi.

Mikroenkapsulasi adalah suatu proses yang dapat mengubah bahan padat maupun cair menjadi bentuk kapsul dalam ukuran mikro menggunakan bahan penyalut. Bahan penyalut berfungsi menjaga kestabilan bahan inti dari kerusakan lingkungan yaitu suhu, pH, cahaya dan kelembaban. Metode mikroenkapsulasi menggunakan *freeze dryer*, karena dapat mempertahankan kualitas bahan aktif yang mudah rusak akibat suhu tinggi bila menggunakan metode *spray drying* (Duan *et al.* 2010).

Penelitian ini menggunakan sampel bubuk *S. platensis* yang diberi campuran ekstrak kemangi dengan tujuan mengurangi *off-odor* pada *S. platensis* yang kurang disukai konsumen (Hadiani *et al.*, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh perlakuan mikroenkapsulasi dan pH yang berbeda (4 dan 8) terhadap stabilitas fikosianin *S. platensis*. Parameter yang diamati meliputi degradasi fikosianin, *relative concentration* ( $C_R$ ) fikosianin, degradasi antioksidan dan *total color different* (TCD).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan terdiri dari bahan untuk proses penghilangan *off-odor* pada *S. platensis* yaitu ekstrak kemangi dan akuades. Bubuk *S. platensis* diperoleh dari PT Neoalgae Indonesia Makmur, Sukoharjo, Jawa Tengah. Bahan-bahan yang digunakan untuk proses mikroenkapsulasi adalah bubuk *S. platensis* yang telah dicampur ekstrak kemangi, maltodekstrin dan akuades. Bahan-bahan yang digunakan dalam analisis meliputi metanol, ABTS, akuades, *buffer* fosfat pH 4, 7 dan 8. Alat-alat meliputi peralatan proses penghilangan bau pada *S. platensis* yaitu oven (Binder ED 53, Germany). Alat-alat yang digunakan untuk proses mikroenkapsulasi terdiri dari *freeze dryer* (Heto Powerdry LL 1500, Germany), *ultra turax homogenizer* (WiseTis HG-15A, Germany), *Ball Mill* (Planetary Ball Mill PM 400, Germany). Alat-alat pengujian meliputi Spektrofotometri UV-vis (BK UV-Vis 1000, Cina), sentrifuge

(Hettich EBA 20, Germany) dan *chromameter* (Konica Minolta CR-400, Singapore).

### Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari empat tahap yaitu preparasi sampel, proses mikroenkapsulasi sampel, uji stabilitas fikosianin terhadap pH serta analisis degradasi fikosianin, *relative concentration* ( $C_R$ ), degradasi antioksidan, dan *total color different* (TCD).

### Preparasi sampel

Preparasi sampel terhadap bubuk *S. platensis* dilakukan berdasarkan penelitian Hadiani *et al.* (2019), yaitu bubuk *S. platensis* direndam dengan ekstrak kemangi 1:4 (b/v) yang bertujuan mengurangi *off odor*, kemudian dilakukan pengeringan menggunakan oven (Binder ED 53, Germany) pada suhu 40°C selama 17 jam.

### Mikroenkapsulasi *S. platensis*

Mikroenkapsulasi *S. platensis* dengan ekstrak kemangi dilakukan dengan metode *freeze drying* dan maltodekstrin sebagai enkapsulan. Konsentrasi maltodekstrin yang digunakan adalah 15% (b/b). Maltodekstrin dilarutkan dalam akuades (1:20 (b/v)) kemudian ditambahkan bubuk *S. platensis* dan homogenisasi menggunakan *ultra turax homogenizer* (WiseTis HG-15A, Germany) dengan kecepatan 10.000 rpm selama lima menit. Selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan *freeze dryer* (Heto Powerdry LL 1500, Germany) dengan suhu -100°C selama 48 jam. *S. platensis* yang sudah kering dihaluskan menggunakan *ball mill* (Planetary Ball Mill PM 400, Germany) hingga berukuran 63 µm.

### Stabilitas fikosianin *S. platensis* terhadap pH

Uji stabilitas fikosianin terhadap pH dilakukan pada *S. platensis* dengan ekstrak kemangi yang diproses mikroenkapsulasi dan yang tidak dimikroenkapsulasi. Rentang pH yang digunakan adalah pH 4 dan 8. Uji stabilitas fikosianin terhadap pH mengacu pada penelitian Chaiklahan *et al.* (2012), yaitu bubuk *S. platensis* tanpa dan dengan mikroenkapsulasi sebanyak 40 mg dilarutkan

kedalam 40 mL larutan buffer fosfat pH 4 dan 8 (1:1 (b/v)). Hasil filtrat yang didapat setelah disaring digunakan untuk analisis kimia.

### Degradasi dan *relative concentration* ( $C_R$ ) fikosianin *S. platensis*

Analisis kadar fikosianin digunakan sebagai dasar untuk menentukan nilai degradasi fikosianin dan  $C_R$  pada sampel setelah diberi perlakuan mikroenkapsulasi dan pH. Kadar fikosianin ditentukan dengan spektrofotometer UV-Vis (BK UV-Vis 1000, Cina) mengacu pada Setyoningrum dan Nur (2015), yaitu sampel sebanyak 40 mg ditambahkan dengan 1 mL campuran *buffer* fosfat pH 7 dan akuades 1:1 (v/v) kemudian dimaserasi pada suhu 4°C selama 24 jam. Ekstrak fikosianin dipisahkan menggunakan sentrifuse (Hettich EBA 20, German). Sampel dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 620 nm. Kadar fikosianin didapatkan menggunakan persamaan (1).

$$\text{Kadar fikosianin (\%)} = \frac{A_{620} \times v}{3,39 \times w \times dw} \times 100\%$$

Keterangan:

$A_{620}$  = absorbansi pada 620 nm

$v$  = volume larutan (mL)

3,39 = koefisien fikosianin pada 620 nm

$w$  = berat sampel (mg)

$dw$  = berat kering (mg)

Degradasi fikosianin adalah penurunan kadar fikosianin dalam *S. platensis* selama diberi perlakuan pH yang berbeda. Perhitungan persentase degradasi fikosianin mengacu pada Irwan *et al.* (2016), yaitu persentase antara selisih kadar fikosianin sebelum perlakuan dan setelah perlakuan dengan kadar fikosianin sebelum pemberian pH. Perhitungan CR fikosianin mengacu pada Chaiklahan *et al.*, (2012), yaitu persentase antara kadar fikosianin setelah pemberian pH dengan kadar fikosianin sebelum pemberian pH.

### Degradasi aktivitas antioksidan *S. platensis*

Degradasi aktivitas antioksidan (Herdiana *et al.* 2014) dihitung berdasarkan persentase antara selisih aktivitas antioksidan sebelum pemberian pH dan sesudah

pemberian pH dengan aktivitas antioksidan sebelum pemberian pH. Analisis aktivitas antioksidan dilakukan berdasarkan pada kemampuan zat yang berbeda untuk menangkal kation radikal 2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline)-6-sulfonic acid (ABTS). Kation radikal dibuat dengan mencampur 7 mM larutan stok ABTS dengan 2,45 mM kalium persulfat (1/1, v/v) dan diinkubasi pada suhu ruang hingga absorbansi stabil. Larutan ABTS diencerkan dengan metanol hingga absorbansi  $0,70 \pm 0,05$  pada 734 nm untuk pengukuran. Campuran 0,9 mL ABTS dan 0,1 mL sampel diabsorbansi pada 734 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (BK UV-Vis 1.000, Cina). Perhitungan inhibisi ABTS mengacu pada Shalaby dan Shanab (2013) menggunakan rumus (2).

$$\text{Kelarutan(\%)} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi sampel}} \times 100\%$$

### Total color different (TCD) *S. platensis*

Warna *S. platensis* diuji menggunakan *chromameter* (Konica Minolta CR-400, Singapore) dengan analisis Cie  $L^*a^*b^*$ . Total perubahan warna ( $\Delta E$ ) dihitung mengacu pada Fathinatullabibah *et al.* (2014), yaitu dengan rumus (3). Nilai  $\Delta E$  menunjukkan bahwa semakin tinggi nilainya maka semakin besar perbedaan warna.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Keterangan:

$\Delta E$  = total perubahan warna,

$\Delta L$  = selisih nilai  $L^*$  setelah perlakuan dan sebelum perlakuan,

$\Delta a$  = selisih nilai  $a^*$  setelah perlakuan dan sebelum perlakuan,

$\Delta b$  = selisih nilai  $b^*$  setelah perlakuan dan sebelum perlakuan.

### Analisis Data

Rancangan percobaan penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan 2 faktor yaitu perlakuan mikroenkapsulasi dan perlakuan pH yang berbeda (4 dan 8) dan diulang sebanyak 3 kali. Parameter uji yang digunakan adalah analisis kimia berupa uji kadar fikosianin, uji aktivitas antioksidan (ABTS) dan uji warna.

Data parametrik stabilitas fikosianin dalam bubuk *S. platensis* dianalisis menggunakan *Analysis of Varians* (ANOVA). Apabila perlakuan memberikan pengaruh ( $P < 0,05$ ) maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Degradasi Fikosianin *S. platensis*

Degradasi fikosianin bubuk *S. platensis* tanpa dan dengan mikroenkapsulasi pada pH 4 dan 8 disajikan pada *Figure 1*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroenkapsulasi memengaruhi nilai degradasi fikosianin. Degradasi fikosianin pada *S. platensis* tanpa mikroenkapsulasi lebih tinggi bila dibanding dengan perlakuan mikroenkapsulasi. Hal ini dikarenakan fikosianin sebagai salah satu bahan inti pada *S. platensis* tidak memiliki bahan pelindung dari bahan penyalut pada proses mikroenkapsulasi, sehingga fikosianin mudah terdegradasi. Dewi *et al.* (2016), menyatakan bahwa mikroenkapsulasi merupakan suatu teknik bahan aktif yang sensitif terlindungi oleh bahan penyalut (enkapsulan), sehingga mampu mengendalikan pelepasan bahan aktif. Hal ini diperkuat oleh Latifah dan Estiasih (2016), yang menyatakan bahwa mikroenkapsulasi dapat mencegah perubahan serta dapat menjaga stabilitas zat inti dalam jangka waktu yang lama.

Selain perlakuan mikroenkapsulasi, perlakuan pH yang berbeda juga memberikan pengaruh terhadap degradasi fikosianin. Fikosianin mudah terdegradasi pada pH asam. Dapat dilihat dari tingginya nilai degradasi fikosianin dengan pH 4 menandakan fikosianin tidak stabil pada kondisi asam. Hal ini dikarenakan pada kondisi asam struktur fikosianin akan terbuka dan menyebabkan presipitasi protein sehingga terjadi penurunan kadar fikosianin. Jos *et al.* (2011) menyatakan bahwa struktur molekul fikosianin akan mengembang diakibatkan oleh protein (*phycobiliprotein*) yang mengendap sehingga intensitas warna dan pembacaan absorbansi menurun. Nilai pH semakin rendah maka semakin rendah pula absorbansi fikosianin diakibatkan oleh protein yang mengendap.

Fikosianin memiliki stabilitas yang rendah dan mudah rusak akibat pengaruh

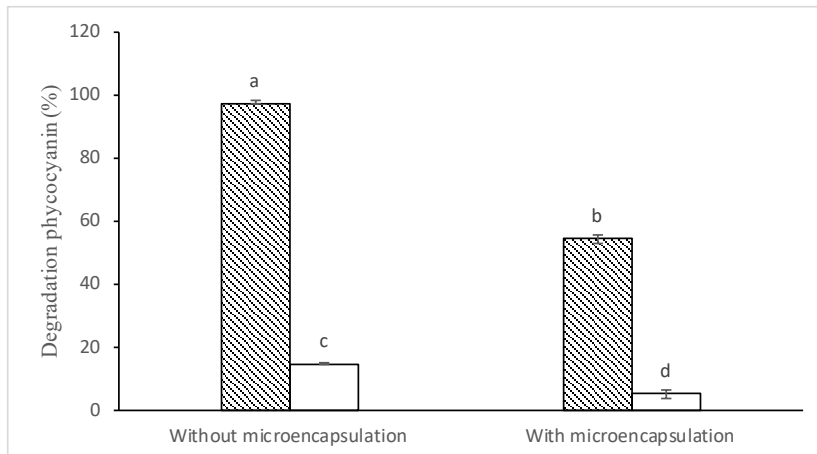


Figure 1 Phycocyanin degradation of *S. platensis* powder with and without microencapsulation; (▨) : pH 4; (□) : pH 8

lingkungan luar terutama terhadap perubahan pH. Proses mikroenkapsulasi terbukti mampu melindungi fikosianin dari perubahan pH yang ditandai oleh rendahnya degradasi fikosianin pada *S. platensis* dengan mikroenkapsulasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Wu *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa stabilitas fikosianin dapat dipengaruhi oleh pH, suhu dan cahaya, oleh karena itu metode mikroenkapsulasi fikosianin dikembangkan karena mampu meningkatkan stabilitas selama penyimpanan.

**Relative Concentration (CR) Fikosianin**

Relative concentration fikosianin bubuk *S. platensis* tanpa dan dengan mikroenkapsulasi pada pH 4 dan 8 disajikan pada Figure 2. CR fikosianin merupakan konsentrasi akhir

fikosianin setelah pemberian perlakuan pH. Nilai CR berbanding terbalik dengan degradasi fikosianin. Nilai CR yang tinggi menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar fikosianin yang terkandung dalam *S. platensis*. Hasil menunjukkan bahwa nilai CR pada sampel yang diberi perlakuan mikroenkapsulasi lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan mikroenkapsulasi, menandakan fikosianin lebih stabil apabila dimikroenkapsulasi. Adanya maltodekstrin sebagai penyalut pada proses mikroenkapsulasi menyebabkan fikosianin yang terkandung dalam *S. platensis* tetap terjaga dan tidak mudah terdegradasi akibat perubahan pH. Hal ini dibuktikan pada penelitian Yanuwar *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa minyak buah merah yang

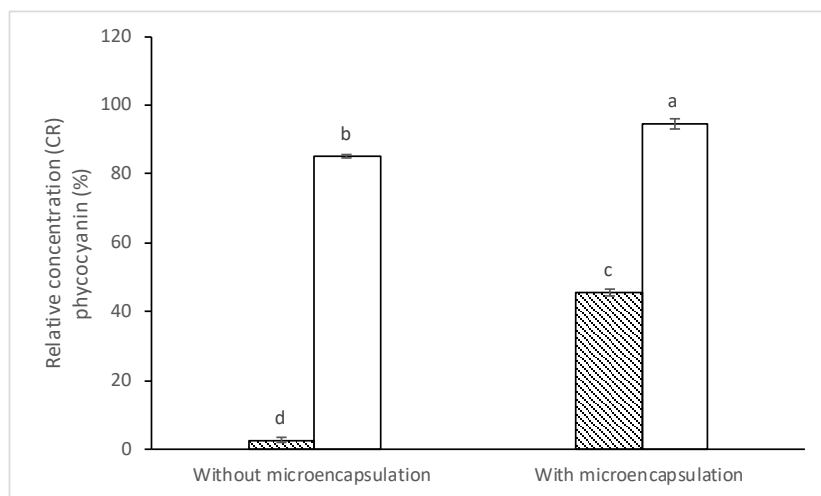


Figure 2 Phycocyanin concentration relative of *S. platensis* powder with and without microencapsulation; (▨) : pH 4; (□) : pH 8



dienkapsulasi mempunyai stabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum dienkapsulasi. Dityanawarman *et al.* (2009), juga menyatakan bahwa penambahan maltodekstrin terbukti menjaga senyawa-senyawa antioksidan di dalam produk mikrokapsul. Perlindungan oleh mikroenkapsulasi dapat mencegah degradasi karena radiasi cahaya, suhu, pH, atau oksigen.

Fikosianin lebih stabil pada kondisi basa dan tidak stabil pada kondisi asam, karena semakin rendah pH yang digunakan maka serapan absorbansi fikosianin makin menurun, mengakibatkan nilai CR fikosianin pada pH 4 lebih rendah dibandingkan pH 8. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Duangsee *et al.* (2009), kadar fikosianin mengalami penurunan yang drastis melebihi 50% pada saat pemberian pH 3 (asam). Hal tersebut menandakan bahwa fikosianin tidak stabil pada pH yang sangat rendah. Penurunan kadar fikosianin disebabkan oleh struktur fikosianin yang mengembang menyebabkan presipitasi protein, sehingga pada saat pembacaan absorbansi menurun. Penurunan nilai absorbansi menandakan bahwa semakin sedikit kadar fikosianin pada sampel. Fikosianin sensitif terhadap perubahan suhu pada pH yang sangat rendah.

Proses mikroenkapsulasi dan pH sangat berpengaruh terhadap nilai CR fikosianin yaitu lebih stabil apabila diproses mikroenkapsulasi dan pada kondisi basa. Penurunan nilai CR fikosianin pada sampel tanpa mikroenkapsulasi menunjukkan bahwa

sampel tanpa proses mikroenkapsulasi tidak dapat mempertahankan stabilitas pigmen fikosianin dari perubahan pH. Rocha *et al.* (2012) menyatakan bahwa mikroenkapsulasi merupakan metode yang sangat efektif dan ekonomis untuk melindungi pigmen dari kondisi yang merugikan. Uji stabilitas menunjukkan bahwa mikroenkapsulasi memberikan perlindungan yang baik pada likopen, dibandingkan likopen tanpa mikroenkapsulasi, sehingga mikrokapsul likopen dapat terlindungi dari pelepasan pigmen. Manasika dan Widjanarko (2015) melaporkan bahwa ekstrak karotenoid yang diuji stabilitasnya pada pH 7, 10 dan 13 tidak berpengaruh signifikan terhadap degradasi pigmen karotenoid, namun pada pH 3 dan 5 pigmen karotenoid mengalami penurunan.

### Degradasi Antioksidan

Degradasi antioksidan bubuk *S. platensis* tanpa dan dengan mikroenkapsulasi pada pH 4 dan 8 disajikan pada *Figure 3*. Proses mikroenkapsulasi mampu mempertahankan stabilitas antioksidan pada *S. platensis*, sehingga tidak mudah mengalami degradasi akibat perubahan pH. Hal ini dikarenakan proses mikroenkapsulasi mampu melindungi bahan aktif yaitu fikosianin yang memiliki sifat sebagai antioksidan dari faktor lingkungan terutama pH. Degradasi antioksidan semakin tinggi menunjukkan penurunan kemampuan antioksidan dari fikosianin. Hal ini sesuai dengan penelitian Dewi *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa aktivitas antioksidan pada

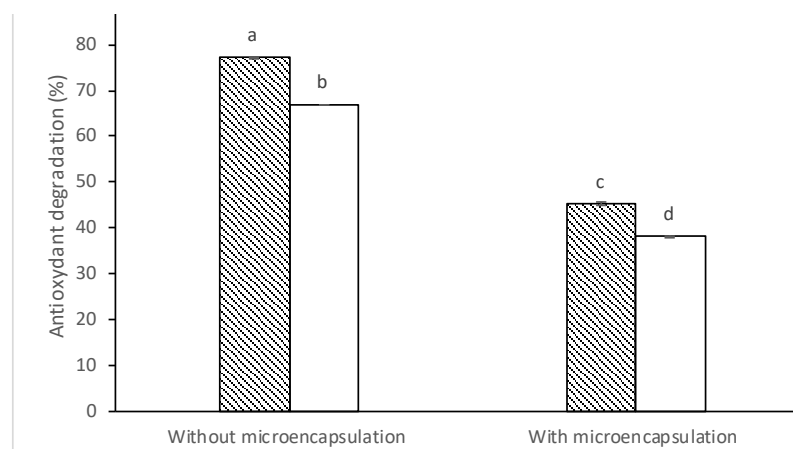


Figure 3 Antioxidant degradation of *S. platensis* powder with and without microencapsulation; (▨) : pH 4; (□) : pH 8.

mikrokapsul fikosianin berbanding lurus dengan konsentrasi fikosianin, yaitu semakin tinggi konsentrasi fikosianin maka aktivitas antioksidannya semakin meningkat. Hal ini diperkuat oleh Nugrahani *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa mikrokapsul *S. platensis* dapat mempertahankan kadar fikosianin dan nilai aktivitas antioksidannya lebih baik daripada *S. platensis* kering, serta mampu mempertahankan fikosianin dari proses kerusakan saat dilakukan pengolahan lebih lanjut.

Senyawa antioksidan mengalami penurunan yang sangat drastis pada perlakuan pH 4 hingga mencapai lebih dari 50% dibandingkan pada pH 8. Hal tersebut menandakan bahwa antioksidan juga tidak stabil dan akan mudah terdegradasi pada kondisi asam, karena protein dalam fikosianin tidak stabil pada kondisi asam sehingga fungsinya sebagai antioksidan pun akan menurun dan menjadi tidak stabil. Serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Susilowati dan Januar (2014), bahwa laju degradasi senyawa bioaktif karotenoid pada *Turbinaria decurrens* pada kondisi asam lebih tinggi yaitu senilai 84% dibandingkan pada kondisi basa yang hanya mengalami degradasi sebanyak 15%.

Kandungan pigmen *C-phycoyanin* pada alga hijau biru (*cyanobacteria*) mampu berfungsi sebagai antioksidan sehingga memiliki kemampuan menghambat radikal bebas. Antioksidan ini mampu menunda, memperlambat atau menghambat reaksi

oksidasi pada makanan atau obat yang dapat mengakibatkan kerusakan. Oleh karena itu, untuk mendapatkan manfaat yang maksimal dari *S. platensis* penting untuk menjaga bahan aktif yang terkandung di dalamnya agar tidak rusak saat diolah lebih lanjut salah satunya dengan cara mikroenkapsulasi. Yanuwar *et al.* (2007) menyatakan bahwa minyak yang dimikroenkapsulasi mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih baik dibanding minyak yang tidak dimikroenkapsulasi, karena proses mikroenkapsulasi memberikan perlindungan terhadap bahan inti dari pengaruh lingkungan dan mengontrol pelepasan bahan-bahan tersebut.

### Total Color Different (TCD)

*Total color different* (TCD) bubuk tanpa dan dengan mikroenkapsulasi pada pH 4 dan 8 disajikan pada *Figure 4*. TCD adalah perubahan warna bubuk *S. platensis* dari sebelum perlakuan pH hingga setelah diberi perlakuan pH, berdasarkan analisis Cie Lab. Semakin tinggi nilai TCD menunjukkan bahwa semakin banyak perubahan warna yang terjadi pada sampel selama perlakuan yang dapat mempengaruhi tingkat kecerahan warna. Nilai TCD yang tinggi pada *S. platensis* tanpa mikroenkapsulasi menunjukkan adanya perubahan yang sangat besar terhadap intensitas warna biru hijau. Perubahan warna tersebut menandakan bahwa fikosianin mudah terdegradasi hingga memudar dikarenakan tidak adanya penyalut yang mampu melindungi fikosianin dari perubahan pH.

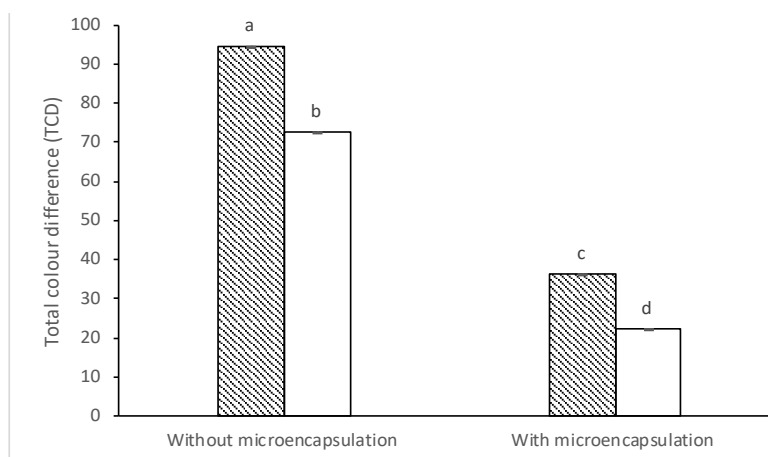


Figure 4 Total color different (TCD) of *S. platensis* powder with and without microencapsulation; (▨) : pH 4; (□) : pH 8.

Jumlah kadar fikosianin akan mempengaruhi intensitas warna yang dihasilkan. Kurniasih *et al.*, (2018), menyatakan bahwa warna biru yang dihasilkan dari mikrokapsul fikosianin bergantung pada kandungan fikosianin yang terlindungi oleh bahan penyalut. Intensitas warna biru akan meningkat seiring meningkatnya kadar fikosianin.

Penurunan intensitas warna tertinggi terdapat pada sampel dengan perlakuan pH 4 yaitu sebesar 94,36%, sedangkan penurunan terendah terdapat pada sampel dengan perlakuan pH 8. Penurunan tersebut menandakan bahwa warna biru pada fikosianin mengalami degradasi akibat perubahan pH. Fikosianin penghasil warna biru mudah terdegradasi pada kondisi asam, sehingga intensitas warnanya menurun banyak pada perlakuan pH 4, dikarenakan penyusun fikosianin yaitu *phycobiliprotein* akan rusak pada kondisi asam. Setyawan dan Satria (2013) melaporkan bahwa pengamatan terhadap stabilitas fikosianin pada pH 2, 3, 4, 10, 11, dan 12 menunjukkan adanya kenaikan serapan (absorbansi) dengan meningkatnya pH. Tingginya serapan yang tinggi menandakan banyaknya zat warna fikosianin yang terkandung.

Warna biru yang stabil terlihat pada perlakuan mikroenkapsulasi pH 8, karena mengalami perubahan warna yang paling sedikit dengan nilai TCD yang rendah. Hal ini karena fikosianin terlindungi oleh bahan penyalut pada proses mikroenkapsulasi sehingga tidak mudah terdegradasi dan intensitas warna terjaga. Syamsinar *et al.* (2018) melaporkan bahwa proses mikroenkapsulasi dapat memberikan perlindungan pada pigmen dari faktor-faktor fisik maupun kimia, dapat menurunkan laju degradasi, serta dapat mempertahankan masa simpan pewarna dalam jangka waktu yang lama. Faktor yang memengaruhi fikosianin selain Selain proses mikroenkapsulasi kondisi pH juga mempengaruhi intensitas warna pada fikosianin, dimana warna yang dihasilkan fikosianin akan memudar pada kondisi pH asam. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Setyawan dan Satria (2013), yang menyatakan bahwa kondisi pH

mempengaruhi intensitas warna fikosianin, ditandai dengan menurunnya absorbansi seiring menurunnya pH.

## KESIMPULAN

Perlakuan mikroenkapsulasi dan pH yang berbeda berpengaruh terhadap stabilitas fikosianin dalam bubuk *S. platensis*. Bubuk dengan perlakuan mikroenkapsulasi dan pH 8 memberikan stabilitas terbaik terhadap fikosianin dibandingkan bubuk tanpa perlakuan mikroenkapsulasi dan pH 4.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Diponegoro atas pendanaan penelitian ini melalui anggaran PNBP Tahun 2018.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chaiklahan R, Chirasuwan N, Bunnag B. 2012. Stability of phycocyanin extracted from *S. platensis* sp.: influence of temperature, pH and Preservatives. *Process Biochemistry*. 47: 659-664.
- Deviarny C, Lucida H, Safni. 2012. Uji stabilitas kimia natrium askorbil fosfat dalam mikroemulsi dan analisisnya dengan HPLC. *Jurnal Farmasi Andalas*. 1(1): 1-6.
- Dewi EN, Purnamayati L, Kurniasih RA. 2016. Antioxidant activities phycocyanin microcapsules maltodextrin and carrageenan as coating materials. *Jurnal Teknologi (Science and Engineering)*. 78(4-2): 45-450.
- Dityanawarman A, Lelana IYB, Budhiyanti SA. 2009. Pengaruh teknik mikroenkapsulasi terhadap aktivitas antioksidan *Spirulina platensis* selama pengeringan. *Prosiding Seminar Nasional VI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. 1-13.
- Duan X, Zhang M, Mujumdar AS, Wang R. 2010. Trends in microwave-assisted freeze drying of foods. *Drying Technology An International Journal*. 28(4):444-453.
- Duangsee R, Phoopat N, Ningsanond S. 2009. Phycocyanin extraction from *Spirulina platensis* and extract stability under various pH and temperature. *Asian*



- Journal of Food and Agro-Industry*. 2(4): 819-826.
- Farihah S, Yulianto B, Yudiati E. 2014. Penentuan kandungan pigmen fikobiliprotein ekstrak *S. platensis* dengan teknik ekstraksi berbeda dan uji toksisitas metode BSLT. *Journal of Marine Research*. 140-146.
- Fathinatullabibah, Kawiji, Khasanah LU. 2014. Stabilitas antosianin ekstrak daun jati (*Tectona grandis*) terhadap perlakuan pH dan suhu. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 3(2): 60-63.
- Hadiani ET, Amalia U, Agustini TW. 2019. The effect of basil (*Ocimum basicicum*) leaf extract in immersion stage against profile of volatile compound on *Spirulina platensis* Powder. *International Conference Series : Earth and Enviromental Science*. 246(1): 1-7.
- Herdiana DD, Utami R, Anandito RBK. 2014. Kinetika degradasi termal aktivitas antioksidan pada minuman tradisional wedang uwuh siap minum. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(3): 44-53.
- Irwan I, Lubis S, Ramli M, Sheilatina S. 2016. Photocatalytic degradation of indigo carmine by TiO<sub>2</sub>/activated carbon derived from waste coffee grounds. *Jurnal Natural*. 16(1): 21-26.
- Jos, B, Setyawan PE, Satria Y. 2011. Optimalisasi ekstrak dan uji stabilitas *Phycocyanin* dari mikroalga *S. platensis*. *Teknik*. 32(3): 187-193.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2018. *Produktivitas Perikanan Indonesia*. Jakarta (ID): Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Kurniasih RA, Purnamayati L, Dewi EN. 2018. Formulation and characterization of phycocyanin microcapsules within maltodextrin-alginate. *Agritech*. 38(1): 23-29.
- Latifah N, Estiasih T. 2016. Mikroenkapsulasi fraksi tidak tersabunkan (FTT) distilat asam lemak minyak sawit (DALMS) menggunakan metode pengeringan semprot : Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4(1): 84-88.
- Manasika A, Widjanarko SB. 2015. Ekstraksi pigmen karotenoid labu kabocha menggunakan metode ultrasonik (kajian rasio bahan : pelarut dan lama ekstraksi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(3):928-938.
- Nugrahani OP, Budhiyanti SA, Husni A. 2012. Stabilitas mikrokapsul *Spirulina platensis* selama penyimpanan. *Jurnal Perikanan*. 14(2): 81-88.
- Rocha GA, Trindade CSF, Grosso CRF. 2012. Microencapsulation of lycopene by spray drying: characterization, stability and application of microcapsules. *Food and Bioproducts Processing*. 90(1): 37-42.
- Shalaby EA, Shanab SM. 2013. Antioxidant compounds, assays of determination and mode of action. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 7(10): 528-539.
- Setyawan PE, Satria Y. 2013. Optimalisasi ekstraksi dan uji stabilitas *Phycocyanin* dari mikroalga *Spirulina platensis*. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(2): 61-67.
- Setyoningrum TM, Nur AM. 2015. Optimization of C-phycocyanin production from *S.platensis* cultivated on mixotrophic condition by using and response surface methodology. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 4(4): 603-607.
- Susilowati R, Januar H. I. 2014. Variasi temporal dan stabilitas fisik dan kimia senyawa bioaktif karotenoid rumput laut cokelat *Turbinaria decurrens*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 9(1): 21-28.
- Syamsinar, Saputri N, Risnayanti, Nisa M. 2018. Mikroenkapsulasi ekstrak buah buni sebagai food safety colouring. *Pharmacy Medical Journal*. 1(2): 73-81.
- Yanuwar W, Widjanarko SB, Wahono T. 2007. Karakteristik dan stabilitas antioksidan mikrokapsul minyak buah merah (*Pandanus conoideus* Lam) dengan bahan penyalut berbasis protein. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 8(2): 127-135.
- Wu HL, Wang GH, Xiang WZ, Li T, He H. 2016. Stability and antioxidant activity of food-grade phycocyanin isolated from *Spirulina platensis*. *International Journal of Food Properties*. 19(10): 2349-2362