

PENGARUH PERBEDAAN JENIS PELARUT DAN SUHU PEMANASAN SELAMA EKSTRAKSI TERHADAP STABILITAS MIKROKAPSUL FIKOSIANIN DARI *Spirulina platensis*

The Effect of Different Solvent and Temperature during Extraction on the Stability Microcapsules from Spirulina platensis

Wahyu Mega Astuti¹, Eko Nurcahya Dewi^{1*}, Retno Ayu Kurniasih¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah - 50275, Telp/fax: (024) 7474698
Email : nurdewisatmoko@gmail.com

ABSTRAK

Pigmen fikosianin merupakan pewarna alami yang diperoleh dari ekstrak mikroalga *S. Platensis*, bersifat mudah larut dalam pelarut polar dan tidak stabil terhadap suhu. Penurunan stabilitas pigmen dapat menyebabkan kerusakan warna, sehingga untuk mempertahankan stabilitas dapat dilakukan proses mikroenkapsulasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pelarut polar (aquades dan buffer fosfat) dan suhu pemanasan terhadap stabilitas mikrokapsul fikosianin. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *experimental laboratories* dengan menggunakan rancangan percobaan faktorial dengan faktor jenis pelarut dan suhu. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengetahui perbedaan antara sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stabilitas mikrokapsul fikosianin yang diamati berdasarkan nilai C_R pada penggunaan pelarut aquades suhu 30°C; 47°C; dan 65°C mengalami penurunan dengan nilai C_R 92,83%; 73,95%, dan 45,36%, sedangkan nilai C_R pada penggunaan pelarut buffer fosfat pH 7,0 secara berturut-turut adalah 97,73%; 88,63%; dan 55,91%. Penurunan stabilitas menggunakan pelarut aquades lebih cepat dibandingkan dengan buffer fosfat pH 7,0, hal tersebut dikarenakan pelarut buffer fosfat memiliki sifat kepolaran lebih tinggi dan bersifat inhibisi. Berdasarkan hasil penelitian tersebut interaksi antara jenis pelarut ekstraksi dengan suhu memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap stabilitas mikrokapsul fikosianin.

Kata kunci: mikrokapsul fikosianin, pelarut, stabilitas, suhu pemanasan

ABSTRACT

The phycocyanin is a natural blue coloring obtained from S. platensis. Solubility in a polar solvent and unstable to temperature. Decreased of stability pigment cause color damage, so maintain stability with encapsulation process. The purpose of the study was to know influence of polar solvent (aquadest and phosphate buffer) and the thermal temperature to stability phycocyanin microcapsules. The method used in this study was experimental laboratories method using factorial design with two different factors namely solvent and temperature. Data were analyzed using ANOVA and tested continued by Honestly Significant Difference (HSD) in order to know differences between sample. The result showed that the stability of phycocyanin microcapsules was observed from concentration relative (C_R) value in the use of aquadest solvent at 30°C; 47°C; and 65°C decreased with C_R value 92,83%; 73,95%, and 45,36%, while C_R value in the use of phosphate buffer pH 7.0 solvent was 97,73%; 88,63%; and 55,91%. The decrease of stability in aquadest solvent was much faster than that of phosphate buffer of pH 7.0, this was because the phosphate buffer solvent has a higher polarity and inhibitory. Based on the result of this study, interaction between solvent extract and temperature gave is a significantly difference ($P < 0,05$) to stability of phycocyanin microcapsules.

Keywords: phycocyanin microcapsules, solvent, stability, thermal temperature

PENDAHULUAN

Spirulina platensis merupakan mikroalga multiseluler yang berwarna hijau biru, berbentuk spiral, dan berfilamen. Sebagai pangan fungsional *Spirulina* memiliki karakteristik tidak beracun dan menghasilkan senyawa bioaktif yang tinggi seperti protein, asam lemak esensial, pigmen, vitamin, dan mineral. Senyawa pigmen yang terkandung dalam *Spirulina* diantaranya pigmen klorofil, β -karoten, *xanthophylls*, dan

fikobiliprotein yang tersusun dari fikosianin, allofikosianin dan fikoeiretrin (Marrez *et al.*, 2013).

Fikosianin adalah pigmen golongan fikobiliprotein yang terdiri dari struktur kromofor yang mengandung subunit α dan β . Pigmen tersebut terkandung dalam *S. platensis* sebanyak 20% dari berat keringnya dan dapat digunakan untuk produk kesehatan, makanan, dan kosmetik (Chaiklahan *et al.*, 2012). Pewarna alami ini bersifat mudah larut dalam senyawa polar dan berpotensi sebagai pewarna alami, karena dapat

menghasilkan warna biru yang cerah dan tidak beracun (Purnamayati *et al.*, 2017). Sebagai pigmen yang bersifat polar, fikosianin yang diekstraksi menggunakan pelarut berbeda dalam tingkat kepolarannya diduga menghasilkan warna dan kadar pigmen yang berbeda (Firdiyani *et al.*, 2015). Pigmen alami mempunyai kendala dalam proses eksplorasi yaitu rendahnya kestabilan pigmen baik ketika proses ekstraksi, pemurnian, maupun selama penyimpanan. Fikosianin akan pudar warnanya (terdenaturasi) pada suhu di atas 45°C atau pada pH di bawah 4 dan stabil pada pH 4-9 (Sedjati *et al.*, 2015).

Upaya dalam mempertahankan pigmen fikosianin dari kerusakan yang disebabkan oleh faktor luar seperti suhu yaitu dengan melakukan proses mikroenkapsulasi pada pigmen tersebut. Menurut Najafi *et al.* (2011), mikroenkapsulasi merupakan proses untuk mengendalikan pelepasan bahan aktif, melindungi senyawa yang rentan terhadap kondisi lingkungan seperti panas, cahaya, dan oksigen. Fitriani *et al.* (2010) menyatakan bahwa proses mikroenkapsulasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode fisika, kimia dan fisikokimia. Metode kimia meliputi polimerisasi *in situ*. Metode fisika meliputi *spray drying*, *freeze drying*, dan penyalutan dengan bahan penyalut. Metode fisikokimia dilakukan dengan koaservasi dan penguapan pelarut. Anna *et al.* (2013) menyatakan bahwa metode *freeze drying* merupakan metode untuk sampel yang sensitif terhadap panas. Prinsip pengeringan ini yaitu proses pembekuan yang dilanjutkan dengan proses pengeringan dengan alat *freeze dryer*. Duan *et al.*, (2010) menambahkan proses ini dapat mempertahankan kualitas produk (warna, bentuk, aroma, tekstur, aktivitas biologi) lebih baik daripada metode pengeringan lainnya. Dalam proses mikroenkapsulasi ditambahkan bahan enkapsulan atau bahan penyalut yang berupa maltodekstrin kombinasi karagenan. Maltodekstrin adalah senyawa *non-hygroscopic*, efektif melindungi bahan dari oksidasi. Maltodekstrin memiliki nilai DE (*dextrose equivalent*) yang rendah kurang dari 20 dan bersifat meningkatnya viskositas, mampu membentuk film, mempunyai daya ikat yang kuat, tetapi lemah dalam emulsi (Ernawati *et al.*, 2014). Karagenan adalah polisakarida sulfat terlarut larut dalam air yang diambil dari rumput laut merah. κ -karagenan adalah keluarga karagenan yang memiliki gel terkuat untuk membentuk emulsi (Dewi *et al.*, 2016).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai uji stabilitas mikrokapsul fikosianin yang diekstraksi dengan jenis pelarut polar yang menggunakan enkapsulan maltodekstrin kombinasi karagenan dengan metode *freeze drying*, dan yang akan berpengaruh terhadap faktor lingkungan seperti suhu pemanasan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah fikosianin yang berasal dari *Spirulina* sp yang diperoleh dari Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP), Jepara. Bahan penyalut yang digunakan adalah Maltodekstrin dan κ -Karagenan yang diperoleh dari PT. Selalu Lancar Maju Karya, Jakarta, Indonesia. Pelarut yang digunakan Aquades (H₂O), buffer fosfat pH 7,0 (Na₂H₂PO₄)

Alat

Alat yang digunakan *stirrer*, *hot plate* (J Lab tech), *centrifuge* (Wina Instruments, Indonesia), *freeze dryer* (Powerdry LL 1500 SYSTEM 230 V), timbangan analitik (Ohaus), gelas ukur, gelas beaker, vortex (Boeco Germany), *chromameter* (CR-400 Minolta), *waterbath*, homogenizer (Wise Tis HG-15D), dan spektrofotometer Uv-Vis (BK UV-Vis 1000).

Prosedur Penelitian

Prosedur ekstraksi fikosianin mengacu pada penelitian Chaiklahan *et al.* (2012). Sampel kering *S. platensis* yang dihaluskan dengan mortar, dimaserasi dalam aquades dengan perbandingan 1:100 (b/v) dan dihomogenasi menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 1200 rpm selama 1 jam pada suhu ruang. Filtrat disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 15 menit, disaring menggunakan kertas saring sehingga diperoleh ekstrak kasar fikosianin *S. platensis*. Selain itu juga dilakukan ekstraksi menggunakan pelarut buffer fosfat pH 7,0 sebagai perlakuan yang lain.

Proses pembuatan mikrokapsul fikosianin mengacu pada penelitian Supu *et al.* (2013) dan Dewi *et al.* (2016), yaitu dengan metode *freeze drying*, menggunakan penambahan enkapsulan sebanyak 10% dari jumlah total pelarut yang akan di mikroenkapsulasi. Enkapsulan yang digunakan adalah maltodekstrin kombinasi karagenan dengan perbandingan 9% : 1%. Enkapsulan atau bahan penyalut ditambahkan ke dalam larutan fikosianin, selanjutnya dihomogenisasi menggunakan homogenizer dengan kecepatan 4500 rpm selama 2 menit (1 rpm = 1/60 Hz). Mikroenkapsulasi dilakukan menggunakan *freeze drying* dengan suhu -50°C selama 104 jam. Uji mikrokapsul fikosianin meliputi:

Pengujian Rendemen (Dewi *et al.*, 2016)

Perhitungan rendemen dihitung berdasarkan rasio persentase massa total mikrokapsul yang diperoleh setelah enkapsulasi dengan massa total padatan larutan dari mikropartikel fikosianin.

Pengujian Intensitas Warna Dengan Chromameter (Hunter Lab, 2012)

Pengujian warna dilakukan menggunakan alat *Chroma Meter*-CR 400 merk "Konica

Minolta". Pencatatan nilai L, a*, dan b* yang tertera pada layar dan dilakukan 3 kali ulangan.

Pengujian Kadar Pigmen Fikosianin (Dewi et al. 2016)

Metode yang digunakan untuk menentukan kadar fikosianin dengan menggunakan alat spektrofotometer Uv-Vis. Mikrokapsul fikosianin (40 mg) dicampur dengan 10 mL pelarut (aquades atau buffer fosfat pH 7). Total fikosianin diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

- V = ml pelarut;
- W = mg sampel;
- bk = berat kering sampel;
- 3,39 = koefisien C-fikosianin pada 620 nm;
- A620 = Nilai absorbansi pada panjang gelombang 620 nm.

Pengujian Stabilitas Mikrokapsul Fikosianin (Dewi et al. 2016)

Stabilitas mikrokapsul fikosianin dengan enkapsulan maltodekstrin kombinasi karagenan yang dipengaruhi oleh adanya interaksi antara faktor bahan pelarut aquades dan buffer fosfat dengan faktor pemanasan suhu 30°C, 47°C, dan 65°C. Mikrokapsul fikosianin sebanyak 40 mg dilarutkan dengan 10 mL aquades, kemudian dihomogenisasi menggunakan vortex selama 5 menit, pemanasan menggunakan *waterbath* selama 30 menit pada setiap suhu dan pelarut yang digunakan. Pengukuran menggunakan alat Spektrofotometer UV- Vis.

Stabilitas mikrokapsul fikosianin diamati berdasarkan nilai konsentrasi relatifnya (C_R), metode yang digunakan mengacu kepada Chaiklahan et al. (2012), nilai C_R, % dari fikosianin adalah sisa dari konsentrasi fikosianin yang sebagai persentase konsentrasi awal, dirumuskan sebagai berikut :

$$C_R (\%) = \frac{C}{C_0} \times 100$$

Keterangan :

- C_R = Rasio degradasi pigmen fikosianin (%);
- C₀ = fikosianin sebelum pemanasan (mg/ml);
- C = fikosianin setelah pemanasan (mg/ml).

Rancangan Percobaan

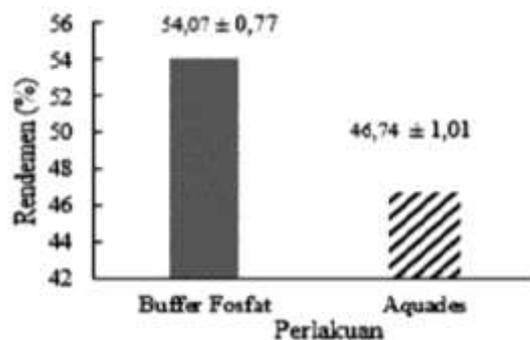
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *experimental laboratories* dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan yaitu, perlakuan pertama dengan jenis pelarut ekstraksi yang

berbeda (aquades dan buffer fosfat). Perlakuan kedua perbedaan suhu pemanasan 30°C, 47 °C, dan 65°C . Data dianalisa dengan sidik ragam (ANOVA) untuk menentukan nilai yang berpengaruh maupun tidak digunakan Uji BNJ (Beda Nyata Jujur).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Rendemen

Hasil rendemen mikrokapsul fikosianin pada penggunaan pelarut ekstraksi buffer fosfat pH 7,0 lebih banyak jika dibandingkan dengan hasil mikrokapsul fikosianin yang diekstraksi dengan pelarut aquades. Hal ini dikarenakan fikosianin memiliki sifat mudah larut dalam pelarut polar dan semakin tinggi larutan bersifat polar maka semakin besar juga rendemen fikosianin yang dihasilkan. Menurut Wulandari et al. (2016), pelarut Na buffer fosfat mampu menarik fikosianin lebih efisien dibanding pelarut lainnya karena memiliki tingkat kepolaran lebih tinggi, indeks kepolaran buffer fosfat, air, dan aseton berturut-turut adalah 7,0; 6,8; 2,7. Rendemen yang dihasilkan pada mikrokapsul fikosianin dengan menggunakan pelarut ekstraksi buffer fosfat pH 7,0 lebih tinggi yaitu 54,07%. Hal ini diperkuat oleh Purnamayati et al. (2017), rendemen mikrokapsul fikosianin yang dihasilkan



Gambar 1. Hasil Rendemen Mikrokapsul Fikosianin

melalui metode *spray drying* menggunakan bahan enkapsulan maltodekstrin kombinasi karagenan dengan pelarut buffer fosfat pH 7,4 adalah 18,240%. Dewi et al. (2016) menyatakan bahwa penggunaan pelarut ekstraksi aquades dan enkapsulan maltodekstrin kombinasi karagenan dengan metode *spray drying* adalah 12,89%. Menurut Candra (2011), rendemen fikosianin dari proses pengeringan menggunakan alat *freeze dryer* lebih besar dibandingkan pada penggunaan alat *spray dryer*. Hal ini dikarenakan struktur fikosianin yang mengandung protein dapat rusak akibat suhu tinggi dari proses *spray drying*.

Pengujian Warna

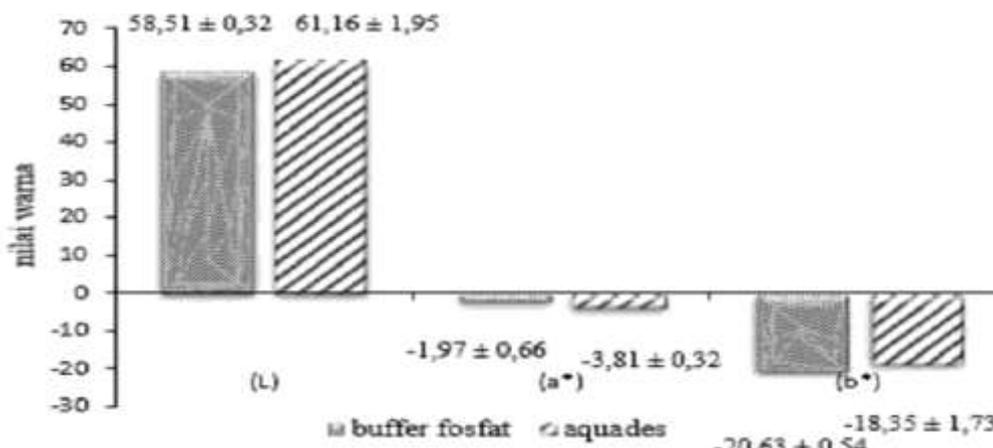
Hasil pengujian mikrokapsul fikosianin dengan *chromameter* yang meliputi pengujian nilai L, a* dan b* tersaji pada Gambar 2. Nilai L menunjukkan nilai positif (+) yang artinya tingkat kecerahan tinggi, nilai a dan b menunjukkan nilai negatif (-).

a. Pengujian Intensitas Warna L

Berdasarkan pengujian intensitas warna yang diperoleh dari nilai L adalah 58,51 untuk fikosianin menggunakan pelarut ekstraksi buffer fosfat pH 7, sedangkan untuk pelarut aquades 61,16. Kedua hasil tersebut menunjukkan tingkat kecerahan warna yang tinggi, dikarenakan adanya penambahan bahan penyalut maltodekstrin kombinasi karagenan. Menurut Hunterlab (2012) nilai L dengan rentan antara (0-50) mengindikasikan kegelapan warna, sedangkan nilai L dengan rentan antara (51-100) mengindikasikan kecerahan warna. Purnamayati *et*

al. (2017) menyatakan bahwa hasil penelitian yang menggunakan pelarut aquades metode *spray drying* dengan enkapsulan maltodekstri kombinasi karagenan (9:1) menunjukkan nilai kecerahan 75,52. Sedangkan menurut Hadiyanto *et al.* (2018), nilai kecerahan (L) fikosianin pada pelarut buffer fosfat (pH 6) tanpa enkapsulan diperoleh hasil 66,69. Hal tersebut menyatakan bahwa penggunaan enkapsulan dan perbedaan pelarut berpengaruh terhadap meningkatnya nilai kecerahan.

Hasil menunjukkan penggunaan pelarut aquades menghasilkan warna lebih cerah dibandingkan dengan pelarut buffer fosfat, dikarenakan fikosianin yang dihasilkan pada pelarut ekstraksi buffer fosfat pH 7,0 lebih pekat. Menurut Wahyuni dan Widjarnoko (2015), kandungan pigmen yang tinggi mempengaruhi tingkat kecerahan warna. Tingkat kecerahan pada pelarut yang semakin polar menghasilkan pigmen yang tinggi dan semakin pekat warnanya.



Gambar 2. Warna (L, a*, dan b*)(Mikrokapsul Fikosianin)

Keterangan : (L) tingkat kecerahan (a*) warna hijau kemerahan (b*) warna biru kekuningan

b. Pengujian Intensitas Warna a*

Intensitas warna a* didapatkan hasil yang negatif (-) dari masing-masing jenis pelarut buffer fosfat dan aquades yaitu $-1,97 \pm 0,66$ dan $-3,81 \pm 0,32$. Hasil dari pelarut aquades bertanda negatif (-) yang artinya tingkat warna kehijauan yang lebih tinggi. Menurut Ernawati *et al.* (2014) notasi a* dengan kisaran nilai dari -80 hingga +100 menunjukkan dari hijau ke merah. Apabila nilai a* menunjukkan nilai negatif maka sampel menunjukkan warna hijau sedangkan pada nilai positif sampel berwarna merah. Dewi *et al.* (2016) menyatakan bahwa proses mikroenkapsulasi fikosianin dengan enkapsulan maltodekstrin kombinasi karagenan (9:1) metode *freeze drying* menghasilkan nilai a* sebesar -5,133 sedangkan penelitian Purnamayati *et al.* (2017), nilai a* yang diperoleh dari hasil penelitian mikrokapsul fikosianin adalah $-3,98 \pm 0,02$.

Hasil intensitas warna a* pada mikrokapsul fikosianin diduga ada pigmen klorofil yang ikut terekstrak dengan menunjukkan adanya nilai negatif (-), dan diduga ada salah satu jenis klorofil yang bersifat polar. Mardaningsih *et al.* (2012) menyatakan bahwa klorofil memiliki tingkat kepolaran rendah, dimana klorofil a bersifat non-polar dan klorofil b bersifat polar, sehingga tingkat kepolaran larutan akan mempengaruhi banyaknya dari masing-masing jenis klorofil yang terekstrak. Hal ini diperkuat oleh Ai dan Banyo (2011), sifat kimia klorofil yaitu tidak larut dalam air, melainkan larut dalam pelarut organik yang lebih polar, seperti etanol, aseton, metanol, etil asetat dan kloroform.

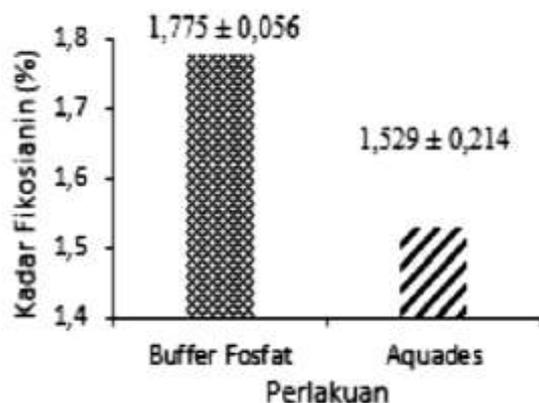
c. Pengujian Intensitas Warna b*

Hasil intensitas warna nilai b* dari mikrokapsul fikosianin menggunakan pelarut buffer fosfat memiliki tingkat kepekatan warna

biru lebih tinggi yaitu $-20,63 \pm 0,54$, sedangkan nilai b^* $-18,35 \pm 1,73$ untuk hasil pelarut aquades. Semakin menunjukkan nilai negatif (-) intensitas warna b^* , maka semakin pekat warna biru dan semakin tinggi pula hasil kadar, pigmen fikosianin. Menurut Purnamayati *et al.* (2016), mikrokapsul fikosianin dengan perbandingan maltodekstrin dan karagenan 9%:1% mempunyai warna paling biru $-11,68$ dibanding formula lain. Warna biru pekat menunjukkan banyaknya kandungan dari fikosianin yang merupakan pigmen biru alami yang terdapat di *S. platensis*. Martelli *et al.* (2014) menyatakan bahwa pengujian panas terhadap stabilitas C-PC yang di absorbansi 620 nm menunjukkan warna biru C-PC yang terang tidak stabil bila diberi perlakuan pemanasan.

Perbedaan warna biru juga dipengaruhi oleh adanya jenis pelarut ekstraksi. Hasil nilai warna biru mikrokapsul fikosianin dengan pelarut buffer fosfat pH 7 lebih pekat dibandingkan pelarut aquades. Hal ini sesuai dengan pernyataan Silveira *et al.* (2007), fikosianin yang diekstraksi menggunakan buffer fosfat memiliki kandungan C-PC yang lebih tinggi dibandingkan air, CaCl_2 , NaCl , yaitu $4,2 \text{ mg/mL}$.

Pengujian Kadar Fikosianin



Gambar 3. Nilai Kadar Fikosianin Sebelum Pemanasan

Nilai yang diperoleh dari kadar fikosianin sebelum dilakukan pemanasan dan yang diekstrak dengan jenis pelarut yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda. Pelarut buffer fosfat pH 7,0 menghasilkan nilai kadar fikosianin lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut aquades yaitu $1,775 \pm 0,056$ % untuk buffer fosfat pH 7,0 dan sedangkan pelarut aquades $1,529 \pm 0,214$ %. Hasil yang sama ditunjukkan oleh Kamble *et al.* (2013), ekstraksi C-PC menggunakan air suling menghasilkan Nilai yang diperoleh dari kadar fikosianin sebelum dilakukan pemanasan dan yang diekstrak dengan jenis pelarut yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda. Pelarut buffer fosfat pH 7,0 menghasilkan nilai kadar fikosianin lebih tinggi dibandingkan

dengan pelarut aquades yaitu $1,775 \pm 0,056$ % untuk buffer fosfat pH 7,0 dan sedangkan pelarut aquades $1,529 \pm 0,214$ %. Hasil yang sama ditunjukkan oleh Kamble *et al.* (2013), ekstraksi C-PC menggunakan air suling menghasilkan $0,57 \text{ mg/ml}$, dan $0,606 \text{ mg/ml}$ untuk buffer fosfat. Dengan demikian, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstraksi C-PC menggunakan buffer fosfat pH 7.0 memberikan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan ekstraksi air suling. Hal ini diperkuat oleh Ridlo *et al.* (2015), hasil pengujian kadar fikosianin menggunakan pelarut buffer fosfat adalah $605,08 \pm 1,29 \text{ ppm}$ dan aquades menghasilkan $451,65 \pm 11,26 \text{ ppm}$. Saran *et al.* (2016) menyatakan bahwa buffer fosfat merupakan pelarut ekstraksi penghasil kadar pigmen terbaik daripada air destilasi pada pigmen *phycobiliprotein*, karena air destilasi kurang mampu untuk melisis dinding sel pada pigmen dan pelarut buffer fosfat memiliki sifat inhibisi

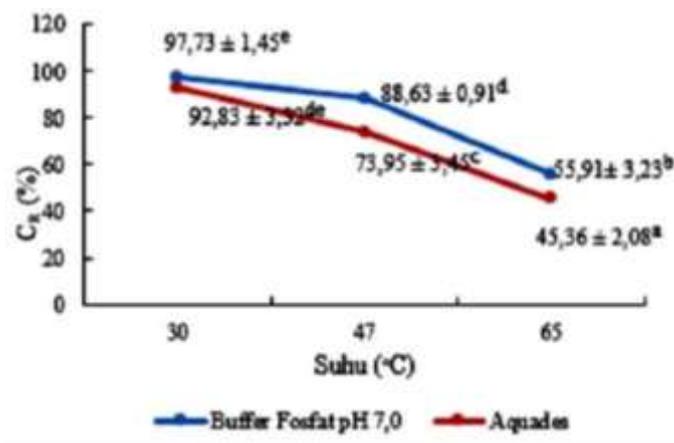
Stabilitas Mikrokapsul Fikosianin

Stabilitas mikrokapsul fikosianin ditunjukkan dengan nilai rata-rata dari konsentrasi relatifnya (CR_t) atau rasio degradasi dengan interaksi antara perlakuan jenis pelarut dan suhu 30°C , 47°C , dan 65°C selama pemanasan 30 menit pada setiap suhu dan pelarut yang digunakan dengan alat *waterbath* tersaji pada Gambar 4.

Berdasarkan Hasil uji stabilitas mikrokapsul fikosianin menunjukkan bahwa adanya pengaruh interaksi antara jenis pelarut ekstraksi dan suhu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$). Hasil stabilitas mikrokapsul fikosianin menunjukkan bahwa penggunaan pelarut buffer fosfat pH 7,0 aquades mengalami penurunan hingga pada suhu 65°C . Hasil Stabilitas mikrokapsul fikosianin pada pelarut buffer fosfat pH 7,0 yang dinyatakan dalam nilai C_R yaitu pada suhu 30°C sebesar $97,73\%$, suhu 47°C yaitu sebesar $88,63\%$, dan nilai C_R pada suhu 65°C sebesar $55,91\%$. Stabilitas mikrokapsul fikosianin pada pelarut aquades suhu 30°C didapatkan nilai C_R sebesar $92,83\%$, suhu 47°C sebesar $73,95\%$, sedangkan nilai C_R pada suhu 65°C yaitu sebesar $45,36\%$. Dapat diketahui bahwa mikrokapsul fikosianin menggunakan pelarut buffer fosfat pH 7,0 lebih stabil dibandingkan dengan pelarut aquades. Menurut Fariyah *et al.* (2014), ketidakstabilan fikosianin dapat dipengaruhi oleh faktor luar seperti cahaya, pH, suhu, oksigen, dan pelarut. Penggunaan pelarut air dalam mengekstraksi fikosianin *Spirulina* terhitung aman dan dapat menarik senyawa aktifnya, namun terkadang penggunaan pelarut air dapat mengakibatkan ketidakstabilan warna. Air dalam melakukan ekstraksi memiliki sifat yang lebih sensitif terhadap suhu dan pH, apabila dibandingkan dengan penggunaan pelarut buffer/penyangga.

Hasil perhitungan presentase stabilitas mikrokapsul fikosianin yang diamati berdasarkan nilai C_R menunjukkan bahwa pada perlakuan suhu pemanasan 30°C didapatkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal tersebut dikarenakan stabilitas pigmen fikosianin mulai mengalami penurunan pada suhu 45°C. Menurut Wu *et al.* (2016), suhu merupakan faktor penentu dalam kestabilan pigmen. Fikosianin stabil pada suhu hingga 45°C, karena nilai C_R yang diamati tidak ada perubahan yang signifikan. Nilai C_R dari fikosianin suhu 45°C dan 75°C pada pH 7 diperoleh hasil secara berturut-turut 94,8% dan 48,4%. Sedjati *et al.* (2012) menyatakan bahwa fikosianin memiliki stabilitas pigmen yang relatif rendah, karena akan pudar warnanya atau terdenaturasi pada suhu diatas 45°C.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada perlakuan suhu 47°C dengan pelarut ekstraksi buffer fosfat pH 7,0 dan aquades diperoleh hasil yang berbeda nyata. Hasil menunjukkan pelarut buffer fosfat lebih tinggi tingkat kestabilan pigmennya dibandingkan dengan pelarut aquades yaitu 88,63% untuk pelarut buffer fosfat dan pelarut aquades 73,95%. Setyawan dan Satria (2013) menyatakan bahwa uji stabilitas menunjukkan bahwa pelarut air mengalami ketidakstabilan pigmen. Hal ini dikarenakan adanya penurunan tajam dan fluktuasi absorbansi jika warna ditempatkan dalam kondisi tertentu yang disebabkan karena senyawa air sensitif terhadap suhu dan pH. Buffer lebih stabil dikarenakan memiliki titik didih 158°C yang lebih tinggi dari air 100°C.



Gambar 4. Nilai C_R Fikosianin

Keterangan :

- Nilai merupakan rata-rata dari 3 ulangan ± SD
- Data yang diikuti dengan tanda huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan perhitungan persentase stabilitas mikrokapsul fikosianin penurunan pada suhu 65°C penggunaan pelarut buffer fosfat pH 7,0 lebih baik dibandingkan dari pelarut aquades, karena penurunannya tidak lebih dari 50% yaitu untuk aquades menurun sebanyak 54,64 %, sedangkan pelarut buffer fosfat pH 7,0 adalah 44,09%. Menurut Taufiqurrahmi *et al.*, (2017), stabilitas fikosianin yang berasal dari hasil ekstraksi biomassa Spirulina dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti kandungan dari biomassa fikosianin, distribusi ukuran, pelarut, waktu, suhu, cahaya dan pelarut. Hal ini diperkuat oleh Munier *et al.* (2014), stabilitas pigmen terhadap suhu mulai terjadinya penurunan konsentrasi pigmen yaitu pada suhu 60°C sebanyak 50%. Penurunan konsentrasi disebabkan adanya penurunan jumlah α -helix seiring dengan pemanasan suhu, sehingga menyebabkan hilangnya stabilitas pigmen. Andriyani *et al.* (2017) menyatakan bahwa pigmen

pada bahan alami mudah rusak maka dapat dikatakan stabilitas pigmen pada bahan tersebut telah mengalami penurunan mencapai $\pm 50\%$ yaitu tidak stabil.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan jenis pelarut ekstraksi terbaik dalam mengekstrak mikrokapsul fikosianin ditunjukkan pada pelarut buffer fosfat pH 7,0, yaitu menghasilkan rendemen yang lebih tinggi 54,07 % dan warna lebih biru dengan nilai b^* -20,63.
2. Ketidakstabilan mikrokapsul fikosianin terjadi pada suhu 65 °C dengan waktu pemanasan selama 30 menit, dihasilkan nilai C_R 45,36% untuk aquades dan buffer fosfat pH 7,0 adalah 55,91%

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, N.S. dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains.*, 11(2):166-173.
- Andriyani, M.D., E.N. Dewi dan E. Susanto. 2017. Stabilitas Ekstrak Pigmen Lamun Laut (*Enhalus acoroides*) dari Perairan Teluk Awur Jepara Terhadap Suhu Dan Lama Penyimpanan. Dalam : *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan ke VI Bulan Juni 2017*. Kerjasama Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Pusat Kajian Mitigasi Bencana dan Rehabilitasi Pesisir, Undip, pp. 384-400.
- Anna, R., Suhandar, Jakaria dan Suharmadi. 2013. Uji Fungsi Freeze Dryer Radiofarmaka. Dalam: *Prosiding Seminar Penelitian dan Pengolahan Perangkat Nuklir Tanggal 11 September 2011*. Batan, Yogyakarta, pp. 61-67.
- Candra, B.A. 2011. Karakteristik Pigmen Fikosianin dari *Spirulina fusiformis* yang Dikeringkan dan Diamobilisasi. [SKRIPSI]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 58 hlm.
- Chaiklahan, R., N. Chirasuwan and B. Bunnag. 2012. Stability of phycocyanin extracted from *Spirulina* sp.: Influence of temperature, pH and preservatives. *Process Biochemistry*, 47:659-664.
- Dewi, E.N., L. Purnamayati and R.A. Kurniasih. 2016. Antioxidant Activities of Phycocyanin Microcapsules Using Maltodextrin and Carrageenan as Coating Materials. *Jurnal Teknologi*, 78 (4):45-50.
- Dewi, E.N., L Purnamayati , and R A Kurniasih, 2017. Physical Characteristics of Phycocyanin from *Spirulina* Microcapsules using Different Coating Material with Freeze Drying Methods. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 55 012060 doi:10.1088/1755-1315/55/1/012060
- Duan X., Zhang M., Mujumdar A.S and Wang R. 2010. Trends in Microwave-Assisted Freeze Drying of Foods. *Drying Technology An International Journal.*, 28(4): 444-453.
- Ernawati, U.R., L.U. Khasanah dan R.B.K. Anandito. 2014. Pengaruh Variasi *Dextrose Equivalent* (DE) Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Mikroenkapsulasi Pewarna Alami Daun Jati (*Tectona Grandis* L.f.). *Jurnal Teknologi Pertanian.*, 15(2):111-120.
- Fariyah, S., B. Yulianto, dan E. Yudiati. 2014. Penentuan Kandungan Pigmen Fikobiliprotein Ekstrak *Spirulina platensis* dengan Teknik Ekstraksi Berbeda dan Uji Toksisitas Metode BSLT. *Journal Of Marine Research*, 140-146.
- Firdiyani, F., T.W. Agustini dan W.F. Ma'ruf. 2015. Ekstraksi Senyawa bioaktif Sebagai Antioksidan Alami *Spirulina platensis* Segar dengan Pelarut yang Berbeda. *JPHPI.*, 18(1):27-37.
- Fitriani, L., H. Rachmawati dan T. Suciati. 2010. Formulasi Mikroenkapsulasi Protein dalam Poli (D,L-Laktida) dengan Teknik Penguapan Pelarut. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 15(1):34-41.
- Hadiyanto, M. Christwardana, H. Sutanto, M. Suzery, D. Amelia and R.F. Aritonang. 2018. Kinetic Study on the Effect of Sugar Addition on thr Thermal Degradation of Phycocyanin from *Spirulina* sp. *Food Bioscience.*, 22:85-90.
- Hunterlab. 2012. Hunter L, a, b, vs CIE L*, a*, b*: Measuring Color Using Hunter L, a, b, versus CIE 1976 L*, a*, b*. Hunter Associates Laboratory Inc. <http://www.hunterlab.com> (25 Februari 2017).
- Kamble, S.P., R.B. Gaikar, R.B. Padalia and K.D. Shinde. 2013. Extraction and Purification of C-Phycocyanin from Dry *Spirulina* Powder and Evaluating its Antioxidant, Anticoagulation and Prevention of DNA Damage Activity. *Journal of Applied Pharmaceutical Science.*, 3(8):149-153.
- Mardaningsih, F., M.A.M. Andriani dan Kawiji. 2012. Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Suhu Spray Dryer terhadap Karakteristik Bubuk Klorofil Daun Alfalfa (*Medicago sativa* L.) dengan Menggunakan Binder Maltodekstrin. *Jurnal Teknosains Pangan.*, 1(1):110-117.
- Marrez, D.A., M.M. Naguib, Y.Y. Sultan, Z.Y. Daw, dan A.M. Higazy. 2013. Impact of Culturing Media on Biomass Production and Pigments Content of *Spirulina platensis*. *International Journal of Advanced Research*, 1(10):951-961.
- Martelli, G., C. Folli, L. Visai, M. Daglia dan D. Ferrari. 2014. Thermal Stability Improvement of Blue Colorant C-Phycocyanin from *Spirulina platensis* For Food Industry Applications. *Process Biochemistry*, 49: 154-159.
- Munier, M., S. Jubeau, A. Wijaya, M. Morancais, J. Dumay, L. Marchal, P. Jaouen dan J. Fleurence. 2014. Physicochemical Factors Affecting the Stability of Two Pigments: R-phycoerythrin of *Grateloup turuturu* and B-phycoerythrin of *Porphyridium cruentum*. *Food Chemistry.*, 150:400-407.
- Najafi, M.N., R. Kakhodaee and S.A. Mortazavi. 2011. Effect of Drying Process and Wall Material on The Properties of Encapsulated Cardamom Oil. *Food Biophysics* 6:68-76.

- Purnamayati, L., E.N. Dewi dan R.A. Kurniasih. 2017. Phycocyanin Stability in Microcapsules Processed by Spray Drying Method Using Different Inlet Temperature. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 55 012060 doi:10.1088/1755-1315/55/1/012060
- Ridlo, A., S. Sedjati, dan E. Supriyantini. 2015. Aktivitas Antioksidan Fikosianin dari *Spirulina* sp. Menggunakan Metode Transfer Elektron dengan DPPH (1,1-difenil -2-pikrilhidrazil). *Jurnal Kelautan Tropis.*, 18(2):58-63.
- Saran, S., N. Puri, N.D.Jasuja, M.Kumar and G.Sharma. 2016. Optimization, Purification and Characterization of Phycocyanin From *Spirulina platensis*. *Intenational Journal of Applied and Pure Science and Agriculture (IJAPSA).*, 2(3):15-20
- Sedjati S., A. Ridho dan E. Supriyantini. 2015. Efek Penambahan Gula Terhadap KestabilanWarna Ekstrak Fikosianin *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmu Kelautan.*, 18(1):01-06.
- Sedjati, S., E. Yudiati dan Suryono. 2012. Profil Pigmen Polar dan Non Polar Mikroalga laut *Spirulina* sp. dan Potensinya Sebagai Pewarna Alami. *Ilmu Kelautan.*, 17(3):176–181.
- Setyawan, P.E. dan Y. Satria. 2013. Optimalisasi Ekstraksi dan Uji Stabilitas Phycocyanin dari Mikroalga *Spirulina platensis*. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri.*, 2(2):61-67
- Silveira, S.T., J.F.M. Burkert, J.A.V. Costa, C.A.V. Burkert, S.J. Kalil. 2007. Optimization of Phycocyanin Extraction from *Spirulina platensis* Using Factorial Design. *Bioresource Technology.*, 98 : 1629 – 1634
- Supu, I., Akhiruddin dan I. Setyaningsih. 2013. Studi Fluorensens Fikosianin dari Mikroalga *Spirulina platensis* dan Fotosensitisasi Nanopartikel TiO₂ Anatase. *Jurnal Biofisika*, 9(1):37-47.
- Taufiqurrahmi, N., P. Religia, G. Mulyani, Ichsan, F.A. Tanjung dan Y. Arifin. 2017. Phycocyanin Extraction in *Spirulina* Produced Using Agricultural Waste. *Journal Symposium of Malaysian Chemical Engineers.*, 1-6.
- Wahyuni, D.T. dan Widjanarko S.B. 2015. Pengaruh Jenis Pelarut dan Lama Ekstraksi Terhadap Ekstrak Karetoid Labu Kuning dengan Metode Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.*, 3(2):390-401.
- Winarti, S. dan A. Firdaus. 2010. Stabilitas Warna Merah Ekstrak Bunga Rosela untuk Pewarna Makanan dan Minuman. *Jurnal Teknologi Pertanian.*, 11(2):87-93.
- Wu, H., G. Wang, W. Xiang, T. Li and H. He. 2016. Stability and Antioxidant Activity of Food- Grade Phycocyanin Isolated from *Spirulina platensis*. *International Journal of Food Properties.*, 1-31.
- Wulandari, D.A., I. Setyaningsih, D. Syafrudin dan P.B.S. Asih. 2016. Ekstraksi Fikosianin Dari *Spirulina platensis* dan Aktivitasn Antimalaria Secara Invitro. *JPHPI.*, 19(1):17-25.