

PENGARUH WAKTU PANEN DAN NUTRISI MEDIA TERHADAP BIOPIGMENT *Spirulina platensis*

Effect of Harvest Periods and Media Nutrition on Spirulina platensis Biopigment

Iriani Setyaningsih^{1*}, Kustiariyah Tarman¹, Woro Hastuti Satyantini², Dita Agustina Barus¹

¹Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Institut Pertanian Bogor, Jl. Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat
Telp. (0251) 8622909-8622907, Fax. (0251) 8622907

²Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Airlangga, Mulyorejo, Surabaya, Jawa Timur 60115

*Korespondensi: e-mail: iriani25@gmail.com

Diterima 01 November 2013/Disetujui 21 Januari 2014

Abstract

Spirulina platensis is a blue green algae containing phycocyanin biopigment and antioxidant, which are beneficial for healthy. Production of biopigments from microalgae are influenced by nutrition and harvest periods. This study aimed to determine effect of nutrition and harvest periods on biopigment production of *Spirulina platensis*. The cultivation was conducted in the laboratory using media of KT (Zarrouk modification by LIPI), MT (Zarrouk modification by Hastuti) and Walne. The phycocyanin content of *S. platensis* in media MT (10.07 mg/mL) was not significantly different from Walne medium (7.49 mg/mL), but significantly different in media KT (0.71 mg/mL). There was no significant antioxidant activity of *S. platensis* in the three medias. Phycocyanin content of *S. platensis* on the 12th days (10.42 mg/mL) was significantly different from the 6th days (2.70 mg/mL), the 14th days (8.14 mg/mL), and the 17th days (3.09 mg/mL). There was no significant antioxidant activity of *S. platensis* at the four harvest period.

Keywords: biopigment, harvest period, media, *Spirulina platensis*

Abstrak

Spirulina platensis merupakan alga hijau biru yang mengandung biopigmen fikosianin dan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan. Produksi biopigmen dipengaruhi oleh nutrisi dan umur kultur. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh media dan umur panen terhadap kandungan fikosianin dan aktivitas antioksidan. Kultivasi *S. platensis* dilakukan di dalam laboratorium menggunakan media KT, MT, dan Walne. Ekstraksi fikosianin dilakukan menggunakan pelarut akuades dan bufer fosfat. Kandungan fikosianin *S. platensis* dalam media MT (10,07 mg/mL) tidak berbeda nyata dengan media Walne (7,49 mg/mL), tetapi berbeda nyata dengan media KT (0,71 mg/mL). Aktivitas antioksidan *S. platensis* pada ketiga media tidak berbeda nyata. Kandungan fikosianin *S. platensis* pada hari ke-12 (10,42 mg/mL) berbeda nyata dengan hari ke-6 (2,70 mg/mL), hari ke-14 (8,14 mg/mL), dan hari ke-17 (3,09 mg/mL). Aktivitas antioksidan *S. platensis* pada keempat umur panen tidak berbeda nyata.

Kata kunci: antioksidan, fikosianin, *Spirulina platensis*, waktu panen

PENDAHULUAN

Spirulina merupakan alga hijau biru, berbentuk seperti filamen dan tipis. Ukuran *Spirulina* yang kecil, berbanding terbalik dengan manfaatnya yang sangat besar (*micro food macro blessing*) (Tietze 2004). Biopigmen C-fikosianin *Spirulina* memiliki aktivitas antiinflamatori, namun mekanismenya belum diketahui

(Cherng *et al.* 2007). Polisakarida dalam *Spirulina* memiliki efek antitumor dan antiviral, γ -asam linoleat (GLA) yang berfungsi dalam penurunan kolesterol (Spolaore *et al.* 2006), antikarat (Kamal dan Sethuraman 2010), pencegah hepatitis (Gonzalez *et al.* 2003), pengkelat logam (Bermejo *et al.* 2008). Ilmuwan Cina mencatat fikosianin yang menstimulasi

pembentukan darah (Tietze 2004) dan bermanfaat sebagai antitumor (El-Baky 2003).

Penggunaan *Spirulina* di berbagai industri mengakibatkan konsumsi *Spirulina* dari tahun ke tahun semakin meningkat. Berbagai penelitian dan pengembangan telah dilakukan untuk memproduksi biomassa *Spirulina* sp. yang meliputi teknik kultur dalam berbagai skala produksi, optimasi kondisi lingkungan kultur, dan uji galur *Spirulina* sp. (Reinehr dan Costa 2006). Kultivasi *Spirulina* tidak membutuhkan lahan yang luas. Kultivasi pada lahan satu are (0,4646 hektar) *Spirulina* dapat memenuhi kebutuhan protein 400 orang, sedangkan kacang kedelai hanya mampu memenuhi 20 orang dan beras hanya dua orang dalam satu tahun (Tietze 2004).

Spirulina tumbuh di lingkungan basa. Budidaya *Spirulina* tidak memerlukan pestisida atau herbisida. Bercocok tanam *Spirulina* dalam jangka waktu yang panjang merupakan metode yang terbaik dan teraman untuk menghasilkan makanan sehat tanpa merusak lingkungan jika dibandingkan dengan tanaman lainnya. Tietze (2004) menyatakan bahwa *Spirulina* merupakan salah satu sumber makanan yang terkenal di Meksiko dan Afrika sejak tahun 1524 serta merupakan makanan yang telah dipilih NASA sebagai sumber makanan di masa depan.

Kandungan kimia *Spirulina* bermanfaat bagi industri pangan, pakan, dan industri lainnya namun media kultivasinya mahal. Nutrien dan umur pemanenan merupakan faktor yang berpengaruh pada kandungan nutrisi alga sehingga perlu dicari media yang lebih murah yaitu media modifikasi untuk menumbuhkan mikroalga ini serta menentukan umur panen yang baik untuk memperoleh komponen kimia yang sesuai. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh media dan umur panen terhadap fikosianin dan antioksidan *S. platensis*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah air laut, air mineral, inokulum *S. platensis* yang

berasal dari Laboratorium Pakan Alami, Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Bahan kimia yang digunakan, yaitu NaOCl (klorin), $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ (natrium thiosulfat), akuades, bufer sodium fosfat 10 mM pH 7, larutan NaOH 4%, larutan Na_2CO_3 20%, larutan Na-K-Tartrat 20%, dan larutan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 5%, *bovine serum albumin* (BSA), dan Folin-Ciocalteu-fenol. Alat-alat yang digunakan meliputi *flask* untuk kultivasi, luxmeter, oven (Yamato dv-41), sentrifus, dan spektrofotometer (UV-Vis RS UV-2500).

Metode Penelitian

Penelitian ini meliputi persiapan air, kultivasi *S. platensis*, analisis kandungan pigmen fikosianin, dan antioksidan serta analisis data.

Persiapan Air untuk Media Kultur

Persiapan air meliputi penyaringan, penurunan salinitas, dan sterilisasi air laut. Penyaringan dilakukan menggunakan filter berdiameter 50 μm . Penurunan salinitas air laut sampai 15 ppt dilakukan dengan menambahkan air tawar salinitas 0 ppt dan diukur menggunakan WQM. Air laut yang sudah diturunkan salinitasnya, disterilisasi dengan menambahkan NaOCl 60 ppm dan diaerasi selama 24 jam. NaOCl yang ditambahkan dinetralisasi menggunakan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ 20 ppm dan diaerasi selama 24 jam.

Kultivasi *S. platensis*

Kultivasi *S. platensis* dilakukan dalam tiga media yang berbeda, yaitu media Walne, media Zarrouk teknis modifikasi Hastuti (MT), dan media Zarrouk teknis modifikasi LIPI (KT) (komunikasi pribadi 2011**). Media Walne yang digunakan diperoleh dari Laboratorium Pakan Alami BBPBAP Jepara. Pemakaian media yaitu 1 mL/L dan konsentrasi bibit yang digunakan adalah 10% dari total kultur, aerasi terus menerus, dan intensitas cahaya yang diberikan adalah 3000 lux mengacu pada penelitian Diharmi (2001). Kultur dalam media

**Komunikasi pribadi dengan Woro S. Hastuti, dosen Universitas Airlangga

MT dilakukan dalam tiga stoples bening, aerasi terus menerus, disinari cahaya lampu *tube lamp* (TL) dengan intensitas 3000 lux selama 18 jam menyala dan 6 jam gelap. Kultur dalam media KT dilakukan dalam tiga stoples bening, aerasi terus menerus, disinari cahaya lampu TL dengan intensitas 4000 lux selama 18 jam menyala dan 6 jam gelap. Semua kultur tersebut diukur kandungan fikosianin dan antioksidan pada hari ke-6, hari ke-12, hari ke-14, dan hari ke-17.

Ekstraksi fikosianin dilakukan dengan menyaring 50 mL *S. platensis* menggunakan *nylon mesh*, dibilas menggunakan akuades 2-3 kali dan dimasukkan ke dalam tabung *epENDORF*. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama ±(24-48) jam. Ekstraksi fikosianin dilakukan menggunakan pelarut yang berbeda, yaitu air destilasi (akuades) dan bufer sodium fosfat 10 mM (pH 7,0).

Spirulina platensis kering digerus dan ditambahkan pelarut bufer sodium fosfat dan akuades, masing-masing 1 mL untuk 0,04 g berat kering sampel. Sampel dihomogenkan menggunakan *shaker* (100-120) rpm selama ±24 jam pada suhu ruang, setelah itu dipisahkan antara endapan dan supernatan menggunakan sentrifugal pada kecepatan 12.000 rpm selama 15 menit dan diperoleh fikosianin.

Prosedur Analisis

Prosedur analisis pada penelitian ini meliputi: pengamatan laju pertumbuhan harian, ekstraksi fikosianin, dan analisis kandungan fikosianin serta antioksidan. Pertumbuhan *S. platensis* diamati dengan mengukur nilai rapat optis atau *optical density* (OD) menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang $\lambda=670$ nm, mengacu metode Silveira *et al.* (2007). Sebanyak 10 mL sampel diambil menggunakan pipet volumetrik yang aseptik, dimasukkan dalam tabung reaksi, dan diukur menggunakan spektrofotometer sesuai dengan *standard operational procedure* (SOP) yang berlaku. Data yang diperoleh diplotkan dalam kurva pertumbuhan.

Fikosianin yang sudah diekstraksi diencerkan sesuai dengan masing-masing pelarut dan diukur

menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 615 nm dan 652 nm. Konsentrasi fikosianin (PC) dihitung dengan persamaan Bennet dan Bogoard (1973), yaitu:

$$PC = \frac{(OD_{615}) - 0,474 (OD_{625})}{5,34}$$

Pengujian aktivitas antioksidan *S. platensis* dilakukan menggunakan radikal bebas yang stabil yaitu DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) sesuai dengan metode Molyneux (2004). Konsentrasi bahan yang disediakan, yaitu 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 mg/mL. Semua stok solusi dilarutkan dalam metanol p.a. Sebanyak 2,25 mL sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambah larutan 0,25 mL DPPH 1 mM. Analisis dilakukan secara duplo. Blanko disediakan dengan mencampur metanol dan DPPH dengan perbandingan yang sama seperti sampel. Tabung reaksi tersebut diinkubasi dalam suhu 37°C selama 30 menit dan diukur absorbansi pada $\lambda=517$ nm. Absorbansi yang rendah menunjukkan tingginya penangkal radikal bebas. Besarnya aktivitas penangkal radikal bebas ditentukan menggunakan rumus (%) = $\frac{(AA-AB)}{AA} \times 100$; AA adalah absorbansi blanko dan AB adalah absorbansi sampel.

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan percobaan dua faktor. Faktor pertama adalah perbedaan media tumbuh *S. platensis*, terdiri atas media Walne, media MT, dan media KT. Faktor kedua adalah perbedaan umur panen yang terdiri atas hari ke-6, hari ke-12, hari ke-14, dan hari ke-17. Kedua faktor tersebut diuji untuk menentukan pengaruh terhadap kandungan protein, fikosianin, dan antioksidan. Perlakuan yang berpengaruh terhadap respon, selanjutnya diuji lanjut *Tukey*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kultivasi *Spirulina platensis*

Kepadatan sel dalam media MT lebih tinggi dibandingkan dengan dalam media Walne dan KT pada hari yang sama (Gambar 1). Sumber nitrogen yang digunakan

adalah $(\text{NH}_4)_2\text{CO}$ (urea) 0,13 g/L dan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (ZA) 0,06 g/L cepat larut dalam air sehingga cepat dimanfaatkan oleh mikroalga untuk proses metabolisme. Leiwakabessy dan Sutandi (2004) melaporkan bahwa nitrogen dalam ammonium sulfat (ZA) dan urea cepat larut dalam air. Choi *et al.* (2003) melaporkan bahwa *S. platensis* yang ditumbuhkan dalam media urea sebagai sumber nitrogen memiliki rasio pertumbuhan spesifik yang lebih tinggi dibandingkan kultur dengan sumber nitrogen amonium, nitrat, dan nitrit.

Kepadatan sel mikroalga dalam media KT fluktuatif dan lebih tinggi dibandingkan mikroalga dalam media Walne, hal ini diduga karena pengaruh sodium bikarbonat yang tidak larut sempurna dalam media KT. Aerasi yang terus menerus menyebabkan sodium bikarbonat terbawa saat pengambilan sampel sehingga berpengaruh dalam pengukuran kerapatan sel menggunakan spektrofotometer.

Aerasi terus menerus menyebabkan endapan terus teraduk sehingga kultur terlihat lebih keruh. Siregar (2012) dalam penelitiannya mengenai *zooxanthella* melaporkan bahwa meningkatnya kekeruhan menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan dan berbanding lurus dengan kemampuan fotosintesis serta mengurangi daya ikat energi cahaya matahari yang menghambat proses fotosintesis yang berakibat kurangnya populasi *zooxanthella* di perairan.

Kultur hari ke-14 diduga berada pada fase stasioner. Fase stasioner merupakan akhir dari produksi biomassa (akhir fase eksponensial). Kondisi ini

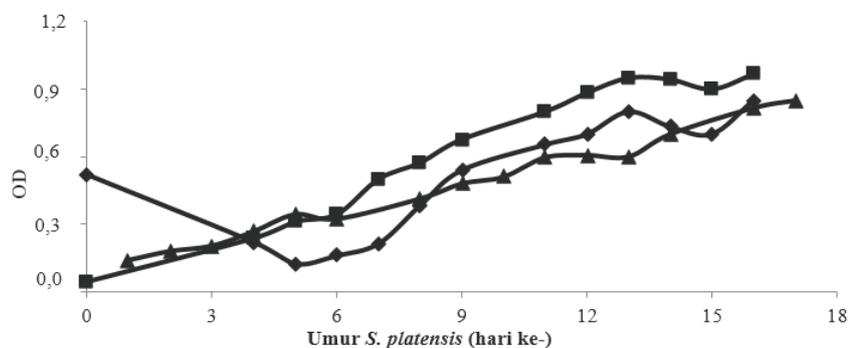
dapat digambarkan sebagai suatu grafik pertumbuhan yang konstan. Utomo *et al.* (2005) menyatakan bahwa dalam fase stasioner tidak terjadi penambahan jumlah sel. Kultur hari ke-17 diduga berada pada fase penurunan pertumbuhan yang ditandai dengan menurunnya jumlah sel. Pertumbuhan populasi terus berkurang seiring dengan waktu kultur dan laju kematian lebih tinggi dari laju pertumbuhan yang disebut sebagai fase kematian.

Kandungan Fikosianin *S. platensis*

Fikosianin adalah pigmen biru pada *S. platensis* yang dihasilkan melalui proses ekstraksi. Biopigmen fikosianin larut dalam air sehingga dapat diekstraksi menggunakan akuades maupun buffer.

Ekstraksi kandungan fikosianin *S. platensis* menggunakan akuades

Akuades merupakan bahan pelarut yang bersifat polar. Senyawa polar dapat melarutkan senyawa polar, senyawa organik, dan garam dari asam maupun basa organik (Achmadi 1992). Perbedaan media dan umur panen *S. platensis* memberikan pengaruh berbeda ($p < 0,05$) terhadap kandungan fikosianin namun tidak ada interaksi antara kedua faktor tersebut. Hasil uji lanjut *Tukey* kandungan fikosianin pada media dan umur berbeda disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Kandungan fikosianin dalam media Walne dan MT tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata terhadap kultur dalam media KT ($p < 0,05$). Kandungan fikosianin kultur pada hari ke-12 tidak berbeda



Gambar 1 Kurva pertumbuhan *S. platensis* dengan media berbeda: (■) MT; (▲) Walne.

nyata dengan hari ke-14 tetapi berbeda nyata terhadap hari ke-6 dan hari ke-17 ($p < 0,05$).

Ekstraksi kandungan fikosianin *S. platensis* dengan bufer fosfat

Ekstraksi menggunakan bufer fosfat termasuk metode ekstraksi dengan cara *organic phase*. *Organic phase* dilakukan dengan pelarut organik yang dapat melarutkan senyawa organik (Achmadi 1992). Kandungan fikosianin *S. platensis* yang diekstraksi menggunakan bufer fosfat dalam media dan umur berbeda disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Kandungan fikosianin dalam media Walne dan MT tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata dengan media KT ($p < 0,05$). Kumar *et al.* (2011)^a menyatakan bahwa intensitas cahaya merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam pembentukan fikosianin. Intensitas cahaya kultur dalam media Walne dan MT adalah 3000 lux menghasilkan fikosianin yang tidak berbeda nyata. Intensitas cahaya kultur dalam media KT adalah 4000 lux dan menghasilkan fikosianin yang lebih rendah.

Kandungan fikosianin kultur pada hari ke-12 berbeda nyata dengan hari ke-17 tetapi tidak berbeda nyata dengan hari ke-6 dan hari ke-14 ($p < 0,05$). Kumar *et al.* (2011)^a melaporkan hasil penelitiannya bahwa konsentrasi fikosianin (PC) pada kultur dengan intensitas cahaya 3000 lux adalah $(61 \pm 0,35)\%$, sedangkan PC kultur pada intensitas cahaya lebih besar 3000 lux adalah $(5,38 \pm 0,42)\%$. Kultur dengan intensitas cahaya lebih dari 3000 lux mengandung karotenoid yang lebih tinggi dibandingkan kandungan fikosianin dan klorofil.

Akuades dan bufer fosfat dapat melarutkan senyawa organik (Achmadi 1992). Kekuatan ion dan pH berpengaruh dalam ekstraksi fikosianin (Silveira *et al.* 2007). Pola kandungan fikosianin dalam media dan umur berbeda menggunakan pelarut bufer fosfat dan akuades adalah sama, hal ini diduga karena pelarut yang digunakan memiliki sifat yang sama. Akuades dan bufer fosfat memiliki pH yang sama yaitu 7 sehingga menghasilkan fikosianin yang tidak berbeda nyata.

Aktivitas antioksidan *S. platensis*

Aktivitas antioksidan ditunjukkan dengan perubahan warna violet radikal bebas DPPH menjadi kekuningan karena berikatan dengan *S. platensis* memiliki aktivitas antioksidan. Daya hambat *S. platensis* terhadap radikal bebas meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi *S. platensis*. Nilai absorbansi berbanding terbalik dengan daya hambat. *Inhibition concentration 50%* (IC_{50}) adalah salah satu parameter untuk menginterpretasikan aktivitas antioksidan pada metode DPPH (Molyneux 2004). Perbedaan media dan umur kultur memberikan pengaruh berbeda ($p < 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan *S. platensis* tetapi tidak ada interaksi antara keduanya. Nilai IC_{50} *S. platensis* pada media dan umur berbeda disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Nilai IC_{50} kultur dalam media Walne lebih rendah dibandingkan media lainnya, hal ini menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi. Aktivitas antioksidan dalam ketiga media dan umur yang berbeda. Hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan, beberapa kandungan *S. platensis* yang berperan sebagai antioksidan yaitu fikosianin dan klorofil (Romay *et al.* 2003), flavonoid, β -karoten, vitamin A, dan α -tokoferol (Wang *et al.* 2007). Wang *et al.* (2007) melaporkan bahwa perbedaan jenis spesies *Spirulina* yang diteliti, perbedaan kondisi lingkungan tempat pembiakan *Spirulina*, yaitu pH media, cahaya matahari, dan kandungan oksigen serta nitrogen mempengaruhi kandungan komponen-komponen tersebut. Colla *et al.* (2007) melaporkan bahwa semakin tinggi kandungan nitrogen yang ditambahkan maka akan meningkatkan sel dan berbanding lurus dengan peningkatan sintesis komponen fenol. Peningkatan 0,625 g/L sumber nitrogen menyebabkan peningkatan kandungan antioksidan sebesar 6%. Hal yang sama dilaporkan El-Baky (2003) menyatakan bahwa peningkatan kandungan allokikosianin (A-PC) *Spirulina* berbanding lurus dengan penambahan nitrogen dan garam dalam medium pertumbuhan *S. platensis*.

Kumar *et al.* (2011)^b melaporkan bahwa peningkatan komponen-komponen antioksidan

Tabel 1 Kandungan fikosianin *S. platensis* dalam media berbeda (ekstraksi menggunakan akuades)

Media	Kandungan fikosianin (mg/mL)
Walne	7,49 ^a
MT	10,07 ^a
KT	0,71 ^b

Keterangan: *Superscript* menunjukkan hasil ANOVA, huruf berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$)

Tabel 2 Kandungan fikosianin *S. platensis* pada waktu panen berbeda (ekstraksi menggunakan akuades)

Media	Kandungan fikosianin (mg/mL)
Hari ke-6	2,70 ^a
Hari ke-12	10,42 ^b
Hari ke-14	8,14 ^{ab}
Hari ke-17	3,09 ^a

Keterangan: *Superscript* menunjukkan hasil ANOVA, huruf berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$)

Tabel 3 Kandungan fikosianin *S. platensis* dalam media berbeda (ekstraksi menggunakan *buffer* fosfat)

Media	Kandungan fikosianin (mg/mL)
Walne	6,68 ^a
MT	6,51 ^a
KT	1,77 ^b

Keterangan: *Superscript* menunjukkan hasil ANOVA, huruf berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$)

Tabel 4 Kandungan fikosianin *S. platensis* pada umur berbeda (ekstraksi menggunakan *buffer* fosfat)

Media	Kandungan fikosianin (mg/mL)
Walne	6,68 ^a
MT	6,51 ^a
KT	1,77 ^b

Keterangan: *Superscript* menunjukkan hasil ANOVA, huruf berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$)

berkolerasi dengan peningkatan jumlah sel kultur. Salah satu parameter yang diukur adalah kandungan klorofil. Kandungan klorofil selama pertumbuhan selalu meningkat dan kandungan klorofil tertinggi diperoleh pada puncak populasi.

Aktivitas antioksidan yang diklasifikasikan Blois dan Zhao (1958) yaitu aktivitas antioksidan

sangat kuat apabila nilai IC_{50} kurang dari 50 ppm, kuat apabila nilai IC_{50} antara (50-100) ppm, dan sedang apabila nilai IC_{50} berkisar antara (150-200) ppm. Aktivitas antioksidan *S. platensis* yang dikultivasi dalam media Walne, MT, dan KT tergolong sangat rendah, hal ini diduga karena tidak dilakukan ekstraksi terlebih dahulu pada saat dianalisis. Fu *et al.* (2011)

menyatakan bahwa aktivitas antioksidan suatu bahan tergantung pada beberapa faktor, yaitu sistem uji dan tidak dapat dijelaskan hanya dengan menggunakan satu metode saja.

KESIMPULAN

Spirulina platensis yang ditumbuhkan dalam media Walne, MT, dan KT mempunyai pola pertumbuhan yang sama. Kandungan fikosianin dan aktivitas antioksidan (IC₅₀) *Spirulina platensis* yang dikultivasi dalam media MT tidak berbeda nyata dengan media Walne sehingga MT dapat digunakan untuk menggantikan media Walne sebagai media yang lebih ekonomis. Waktu panen yang baik untuk mendapatkan biopigmen fikosianin yang tinggi adalah hari ke-12.

DAFTAR PUSTAKA

Achmadi SS. 1992. *Teknik Kimia Organik*. Bogor: Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
 Bennet A, Bogorad L. 1973. Complementary chromatic adaptation in a filamentous blue-green alga. *The Journal of Cell Biology* 58: 419-435.
 Bermejo P, Pinero E, Villar A. 2008. Iron-chelating ability and antioxidant

properties of phycocyanin isolated from a protean extract of *Spirulina platensis*. *Food Chemistry* 110: 436-446.
 Blois MS, Zhao XY. 1958. Antioxdant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 Cherng S, Cheng S, Tarn A, Chou Tz. 2007. Anti-inflammatory activity of c-phycocyanin in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264,7 macrophages. *Life Sciences* 81: 1431-1435.
 Choi A, Gun Kim S, Yoon B, Oh H. 2003. Growth and amino acid contents of *Spirulina platensis* with different nitrogen sources. *Journal of Biotechnology and Bioprocess Engineering* 8 : 368-372.
 Colla LM, Furlong EB, Costa JAV. 2007. Antioxidant properties *Spirulina (Arthospira) platensis* cultivated under different temperatures and nitrogen regimes. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50(1): 161-167.
 Diharmi A. 2001. Pengaruh pencahayaan terhadap kandungan pigmen bioaktif mikroalga *Spirulina platensis* strain lokal (INK) [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
 El-Baky H. 2003. Over production of phycocyanin pigment in blue green alga

Tabel 5 Nilai IC₅₀ aktivvitas antioksidan *S. platensis* dalam media berbeda

Media	Nilai IC ₅₀ (ppm)
Walne	1381,38 ^a
MT	2273,72 ^a
KT	4092,06 ^a

Keterangan: *Superscript* menunjukkan hasil ANOVA, huruf berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata (*p*<0,05)

Tabel 6 Nilai IC₅₀ aktivitas antioksidan *S. platensis* pada umur berbeda

Media	Kandungan fikosianin (mg/mL)
Hari ke-6	3467,97 ^a
Hari ke-12	1854,74 ^a
Hari ke-14	2405,16 ^a
Hari ke-17	1517,50 ^a

Keterangan: *Superscript* menunjukkan hasil ANOVA, huruf berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata (*p*<0,05)

- Spirulina* sp. and its inhibitory effect on growth of enrich ascites carcinoma cells. *Journal Medical Science* 3 (4): 314-324.
- Fu L, Tao Xu B, Rong Xu X, You Gan R, Zhang Y, Qin Xia E, Bin Li H. 2011. Antioxidant capacities and total phenolic content of 62 fruits. *Food Chemistry* 129: 345-350.
- Gonzalez R, Gonzalez A, Ramirez D, Romay C, Rodriguez S, Ancheta O, Merino N. 2003. Protective effects of phycocyanin on galactosamine-induced hepatitis in rats. *Biotechnology Aplicada* 20: 107-110.
- Kamal C, Sethuraman MG. 2010. *Spirulina platensis*- A novel inhibitor for acid corrosion of mild steel. *Arabian Journal of Chemistry* 5: 155-161.
- Kumar M, Kulshreshtha J, Singh G. 2011a. Growth and biopigment accumulation of cyanobacterium *Spirulina platensis* at different light intensities and temperature. *Brazilian Journal of Microbiology* 42: 1128-1135.
- Kumar M, Kulshreshtha J, Singh G. 2011b. Growth and pigment profile of *Spirulina platensis* isolated from Rajasthan, India. *Research Journal of Agricultural Sciences* 2 (1): 83-86.
- Leiwakabessy F, Sutandi A. 2004. *Diktat Perkuliahan Pupuk dan Pemupukan*. Bogor: Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Molyneux P. 2004. The use of stable free radical *diphenylpicrylhydrazyl* (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Science Technology* 26: 211-219.
- Oliveira M, Monteiro M, Robbs P, Leite S. 1999. Growth and chemical composition of *Spirulina maxima* and *Spirulina platensis* biomass at different temperatures. *Aquaculture International* 7: 261-275.
- Reinehr CO, Costa JAV. 2006. Repeated batch cultivation of the microalga *Spirulina platensis*. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 22: 937-943.
- Romay Ch, Gonzalez, Ledon N, Ramirez N, Rimbau V. 2003. C-Phycocyanin: A biliprotein with antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective effects. *Current Protein and Peptide Science* 4 (3): 207-216.
- Setyaningsih I, Saputra A, Uju. 2011. Komposisi kimia dan pigmen *Spirulina fusiformis* pada umur panen yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 14 (1): 1-12.
- Silveira ST, Burkert JFM, Costa JAV, Burkert CAV, Kalil SJ. 2007. Optimization of phycocyanin extraction from *Spirulina platensis* using factorial design. *Bioresources Technology* 98: 1629-1634.
- Siregar CM. 2012. Densitas Zooxanthella pada karang *Acropora* sp. di Pulau Sikuai Kota Padang Sumatera Barat Provinsi Sumatera Barat [Internet]. Riau: Universitas Riau. [diunduh 2013 Feb 12]. Tersedia pada: <http://repository.unri.ac.id/handle/123456789/795>.
- Spolaore P, Joannis-Cassan C, Duran E, Isambert A. 2006. Commercial application of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 101(2): 87-96.
- Suantika G, Hendrawati D. 2009. Efektivitas teknik kultur menggunakan sistem kultur statis, semi-kontinyu, dan kontinyu terhadap produktivitas dan kualitas kultur *Spirulina* sp. *Jurnal Matematika dan Sains* 14 (2): 1-10.
- Suminto. 2009. Penggunaan jenis media kultur teknis terhadap produksi dan kandungan nutrisi sel *Spirulina platensis*. *Jurnal Saintek Perikanan* 4(2): 53-61.
- Tietze HW. 2004. *Spirulina Micro Food Macro Blessing*, Ed ke-4. Australia: Harald W. Tietze Publishing.
- Utomo NBP, Winarti, Erlina A. 2005. Pertumbuhan *Spirulina platensis* yang dikultur dengan pupuk inorganik (Urea, TSP dan ZA) dan kotoran ayam. *Jurnal Akukultur Indonesia* 4(1): 41-48.
- Wang L, Pan B, Sheng J, Xu J, Hu Q. 2007. Antioxidant activity of *Spirulina platensis* extracts by supercritical carbon dioxide extraction. *Food Chemistry* 105: 36-41.