



**Densitas dan Kandungan Total Lipid Mikroalga *Spirulina platensis*
Yang Dikultur pada Tingkatan Perbedaan Fotoperiod**

Cristiana Manullang, Widianingsih, Hadi Endrawati*)

Lab. Biologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,
Semarang 50275 Email: cris.manullang@yahoo.com

Abstrak

Spirulina platensis termasuk dalam divisi Cyanophyta yang memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik pada lingkungan flukuatif dimana faktor lingkungan dapat mempengaruhi komposisi nutrisi (lipid, protein, dan karbohidrat). Lipid berfungsi sebagai penyedia asam lemak dan penyedia vitamin juga sumber energi cadangan. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan tingkatan fotoperiod terhadap densitas dan kandungan total lipid dari mikroalga *Spirulina platensis* yang dikultur pada fotoperiod berbeda. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan fotoperiod 4 jam terang 20 jam gelap, 8 jam terang 16 jam gelap, 12 jam terang 12 jam gelap, dan 24 jam terang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan *S. platensis* tertinggi pada perlakuan 24 jam terang, yaitu $(1591 \pm 16) \times 10^3$ sinusoidal/mL dan kepadatan terendah pada perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap yaitu $(1087 \pm 62) \times 10^3$ sinusoidal/mL sedangkan total lipid tertinggi pada fotoperiod 4 jam terang 20 jam gelap $(46,08 \pm 27,93 \text{ \% -dw})$ dan total lipid terendah pada perlakuan 24 jam terang sebesar $(24,76 \pm 5,23 \text{ \% -dw})$.

Kata kunci : *Spirulina platensis*, densitas, fotoperiod, total lipid

Abstract

Spirulina platensis is belong to divisi of Cyanophyta which has ability for good adaption in fluctuativ condition where environment factors can influent the composition of nutrion (lipid, protein, carbohydrate). Lipid has function for fatty acid resources, vitamins and for bioenergy resources. This research aims to know influence of photoperiod with density and total lipid microalga *Spirulina platensis* which is has been cultured in different photoperiod as a purpose. This research uses complete random plan and treatment of photoperiod 4 hours light 20 hours dark, 8 hours lighth 16 hours dark, 12 hours light 12 hours dark, 24 hours light. The results shows that the highest density of *S.platensis* on experiment 24 hours light is $1591 \pm 16 \times 10^3$ sinusoidal/mL and lowest density on photoperiod 4 hours light 20 hours dark $1087 \pm 62 \times 10^3$ sinusoidal/mL while higest total lipid amount presentation of lipid on photoperiod 4 hours light 20 hours dark $46,08 \pm 27,93 \text{ \% -dw}$ and the total lipid 24 hours light treatment is $24,76 \pm 5,23 \text{ \% -dw}$.

Key word: *Spirulina platensis*, density, photoperiod, total lipid

*) Penulis penanggung jawab

Pendahuluan

Mikroalga merupakan organisme yang memiliki diameter antara 3-30 μm , bersel tunggal, soliter dan berkoloni, hidup di seluruh wilayah perairan. Mikroalga dapat melakukan fotosintesis dengan memanfaatkan energi cahaya matahari untuk mengubah senyawa anorganik menjadi senyawa organik (Soewardi *et al.*, 2005). Menurut Sheehan *et al.*, (1998) ada 4 komponen zat utama yang terkandung dalam mikroalga, yaitu karbohidrat, protein, asam nukleat, dan total lipid. Persentase keempat komponen tersebut bervariasi tergantung jenis mikroalganya. Kandungan lipid mikroalga tergantung dari jenis mikroalga, rata-rata pertumbuhan dan kondisi kultur mikroalga (Chisti, 2007).

Lipid di dalam sel mikroalga berfungsi sebagai sumber energi cadangan apabila sel kekurangan karbohidrat sebagai sumber energi utama. Fungsi lain lipid mikroalga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif sebagai bahan baku biodiesel, keistimewaan biodiesel yang berasal dari mikroalga yaitu dapat diperbaharui (*renewable*), nontoksik, dan dapat terurai secara alami (*biodegradable*). Mikroalga yang hidup di air tawar maupun air laut dapat menjadi salah satu sumber penghasil lipid yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan dasar pembuatan biodiesel (Campbell *et al.*, 2008).

Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan serta produksi lipidnya (Fabregas *et al.*, 1985). Produksi lipid beragam tidak hanya berdasarkan strain namun juga karena kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan berhubungan langsung dengan proses fotosintesis, metabolisme, maupun reproduksi. Untuk mengetahui persentase kadar total lipid yang tinggi sebagai bahan baku biodiesel, perlu dilakukan perlakuan kondisi lingkungan yang mempengaruhi terhadap produksi lipid (Derenne *et al.*, 1992).

Fotoperiod merupakan bagian dari "stressing" lingkungan dengan berbagai perlakuan lamanya pencahayaan yang dapat mempengaruhi densitas dan total lipid pada mikroalga *Spirulina platensis* (Bertoni *et al.*, 1992).

Spirulina platensis mampu melakukan proses fotosintesis dengan memanfaatkan energi cahaya menjadi energi ATP untuk pertumbuhan dan membentuk senyawa karbon (fiksasi CO_2), maka faktor cahaya menjadi sangat penting bagi pertumbuhan dan produksi biomassa dan total lipid *S. platensis*. Namun

energi yang diberikan oleh cahaya bergantung pada kualitas cahaya, intensitas cahaya, dan lama waktu pencahayaan (Kennish, 1990).

Perbedaan kualitas cahaya, suhu, salinitas, pH, dan nutrisi diduga mengakibatkan perbedaan kandungan protein, karbohidrat, dan lipid pada *Spirulina platensis*. (Vonshak *et al.*, 1996 dan Sanchez-Luna *et al.*, 2006). Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa kandungan lipid pada *S. platensis* akibat pengaruh dari perbedaan suhu, salinitas, dan intensitas cahaya telah banyak dilakukan dengan hasilnya *S. platensis* dapat tumbuh baik pada salinitas 20-25 ppt, sedangkan untuk menghasilkan total lipid yang maksimum dibutuhkan salinitas 10-15 ppt sedangkan untuk perlakuan suhu *S. platensis* dapat tumbuh baik pada suhu 20-30°C, sedangkan untuk menghasilkan lipid yang maksimum suhu yang baik adalah 15°C (Chisti, 2007). Sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh fotoperiod terhadap densitas dan total lipid pada mikroalga *S. platensis*. Fotoperiod yang berbeda diduga berpengaruh terhadap kandungan total lipid yang dihasilkan oleh *S. platensis*.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh fotoperiod terhadap densitas dan kadar total lipid pada kultur mikroalga *Spirulina platensis*. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi tentang kadar total lipid *Spirulina platensis* dengan fotoperiod yang berbeda dalam media pemeliharaan. Diharapkan berguna sebagai acuan dalam penggunaannya sebagai pakan alami dan sebagai energi alternatif.

Materi dan Metoda

Mikroalga yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga jenis *Spirulina platensis* yang diperoleh dari Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut (BBPBL) Jepara sebanyak 2 liter. Selanjutnya dilakukan kultur di Laboratorium Basah Marine Station Teluk Awur Jepara Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro sehingga diperoleh stok kultur murni sebanyak 6 liter. Media uji adalah air laut yang telah disaring kemudian disterilkan dengan perebusan dan diberi perlakuan UV. 1 mL pupuk Walne diberikan kepada 1 L media uji.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Eksperimental Laboratoris*. Menurut Suryabrata (1992), metode eksperimental laboratoris adalah metode yang bertujuan untuk mengetahui hubungan sebab akibat dari suatu eksperimen melalui suatu perlakuan dengan membandingkan hasilnya dengan kontrol.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan lamanya fotoperiod yaitu 4 jam terang dan 20 jam gelap, 8 jam terang dan 16 jam gelap, 12 jam terang dan 12 jam gelap, 24 jam terang. Tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Tahapan penelitian dimulai dari strelisasi alat, bahan dan ruang; pembuatan stok kultur murni; pembuatan media kultur; kultur skala laboratorium; analisa kualitas air; pemanenan hasil kultur; dan penimbangan biomassa dan analisis kadar total lipid.

Data hasil pengamatan kepadatan dan total lipid dibuat data dan grafik diolah dengan bantuan program Excel. Kemudian data diolah lebih lanjut menggunakan bantuan program SPSS 16 dengan dilakukan pengujian normalitas untuk mengetahui normal tidaknya suatu distribusi data. Hal ini penting diketahui berkaitan dengan ketepatan pemilihan uji statistik yang akan dipergunakan. Kemudian pengujian homogenitas adalah pengujian mengenai sama tidaknya variansi dua buah distribusi atau lebih. Kriteria uji yang digunakan adalah apabila nilai hitung > nilai tabel, maka H_0 yang menyatakan variabel homogen ditolak, dalam hal lainnya diterima. (Sambas, 2007). Selanjutnya analisa dilanjutkan dengan Analisis Varian. Menurut Fowler *et al.* (1998), Analisis varian atau ANOVA merupakan salah satu teknik analisis multivariate yang berfungsi untuk membedakan rerata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan variansinya. Setelah mendapatkan hasil analisa varian maka dilakukan pengujian dengan uji Tukey HSD, yaitu dengan cara membandingkan data dua kelompok sampel yang jumlahnya sama. Uji ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antar variable.

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 Agustus – 20 September 2010. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Basah, Marine Station Teluk Awur Jepara Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap pencapaian densitas *Spirulina platensis* selama masa kultur, diperoleh data densitas *S. platensis* dalam kurun waktu 13 hari, seperti yang disajikan pada Tabel. Dari tabel tersebut secara umum tampak bahwa densitas mikroalga *S. platensis* paling tinggi terjadi pada hari ke -7 pada perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap dan

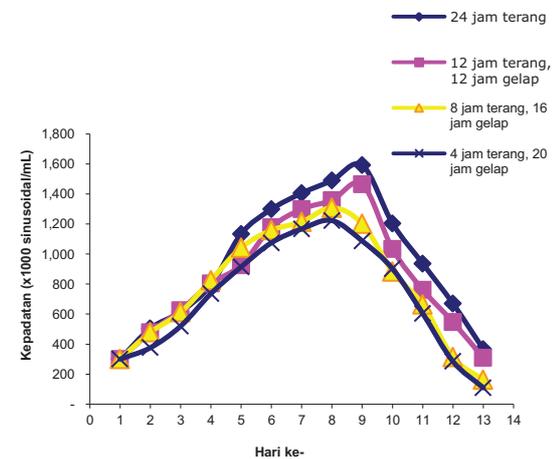
8 jam terang 16 jam gelap dan terjadi penurunan densitas pada hari ke -8, sedangkan pada perlakuan 12 jam gelap dan 12 jam terang dan 24 jam terang densitas paling tinggi pada hari ke - 8 dan terjadi penurunan pada hari ke-9. Hasil rerata densitas populasi *S. platensis* pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel.

HA RI	4 jam terang 20 jam gelap	8 jam terang 16 jam gelap	12 jam terang 12 jam gelap	24 jam terang
To	300 ± 0	300 ± 0	300 ± 0	300
1	376 ± 18	478 ± 22	478 ± 22	504 ± 5
2	520 ± 3	612 ± 21	626 ± 60	616 ± 69
3	736 ± 203	826 ± 112	804 ± 15	793 ± 110
4	914 ± 16	1042 ± 122	926 ± 70	1134 ± 100
5	1075 ± 107	1159 ± 63	1177 ± 68	1298 ± 101
6	1167 ± 69	1214 ± 24	1298 ± 86	1405 ± 19
7	1223 ± 22*	1308 ± 25*	1358 ± 27	1490 ± 78
8	1087 ± 62	1201 ± 23	1464 ± 75*	1591 ± 16*
9	902 ± 51	883 ± 62	1034 ± 92	1204 ± 163
10	604 ± 38	664 ± 18	762 ± 21	936 ± 22
11	285 ± 8	313 ± 5	547 ± 33	670 ± 62
12	110 ± 8	162 ± 38	308 ± 3	367 ± 34

Keterangan:* Panen stasioner

Densitas tertinggi pada panen stasioner *S. platensis* terjadi pada hari ke-8 pada perlakuan 24 jam terang yaitu $(1591 \pm 16) \times 10^3$ sinusoidal/mL, sedangkan densitas terendah panen Stasioner pada hari ke-7 terdapat perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap yaitu $(1223 \pm 22) \times 10^3$ sinusoidal/mL.

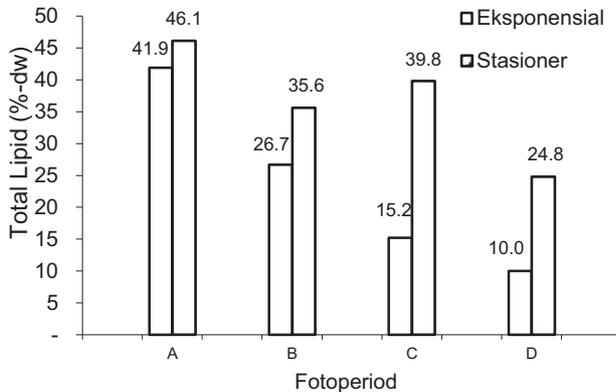
Grafik di bawah ini menunjukkan bahwa pertumbuhan terlihat bahwa *S. platensis* tumbuh lebih cepat pada kisaran 12 jam terang dan 24 jam terang.



Gambar 1. Kepadatan Rata-rata *S. platensis* ($\times 10^3$ sinusoidal/mL) pada Perlakuan Fotoperiod yang Berbeda.

Produksi densitas *Spirulina platensis* pada kultur skala laboratorium dengan perlakuan fotoperiod yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda-beda tiap perlakuan. Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa kultur *S. platensis* pada skala laboratorium dengan perlakuan fotoperiod

yang berbeda memberikan pengaruh signifikan terhadap produksi densitas *S. platensis*.



Gambar 2. Kadar Total Lipid *S. platensis* pada Fotoperiod Berbeda

Total lipid pada panen eksponensial bahwa perbedaan nyata antara perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap dengan 12 jam terang 12 jam gelap, dan berbeda sangat nyata pada perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap dengan 24 jam terang. Pada panen stasioner perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap berbeda nyata dengan perlakuan 24 jam terang. Total lipid tertinggi terdapat pada perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap (Gambar 2).

Pertumbuhan *S. platensis* mengikuti fase lag, fase eksponensial, fase stasioner, dan fase penurunan pertumbuhan (Belcher *et al.*, 1982). Awal kultur kandungan nutrisi masih tinggi sehingga dapat dimanfaatkan oleh *S. platensis* dengan baik untuk reproduksi dan pertumbuhan yang ditandai dengan peningkatan jumlah sel. Jumlah populasi meningkat namun tidak ada penambahan nutrisi pada kultur, sedangkan pemanfaatan nutrisi terus berlanjut (Round, 1973) sehingga terjadi persaingan nutrisi pada biomassa yang menyebabkan penurunan pertumbuhan karena biomassa dengan jumlah nutrisi yang tersedia tidak seimbang. Kondisi dimana kebutuhan nutrisi tidak tercukupi pada densitas yang tinggi akan berpengaruh pada pertumbuhan dan komposisi biokimia seperti karbohidrat, protein dan lipid.

Pengamatan selama masa kultur memperlihatkan hasil densitas pada tiap-tiap perlakuan fotoperiod menunjukkan adanya perbedaan densitas. Pada perlakuan fotoperiod 24 jam terang (1591 ± 16) $\times 10^3$ sinusoidal/ml, dimana perlakuan tersebut mencapai densitas

paling tinggi diantara perlakuan fotoperiod lainnya sedangkan densitas terendah tercapai pada perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap yaitu (1087 ± 62) $\times 10^3$ sinusoidal/ml. Kepadatan puncak tercapai pada fase akhir eksponensial memasuki fase stasioner. Pada perlakuan fotoperiod kepadatan tertinggi tercapai pada hari ke-8, sementara untuk perlakuan fotoperiod pada 4 jam terang 20 jam gelap kepadatan puncak tercapai pada hari ke-7 yaitu (1223 ± 22) $\times 10^3$ sinusoidal/ml.

Laju fotosintesis optimal pada lamanya pencahayaan tertentu (dalam penelitian ini 24 jam terang dibandingkan dengan perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap, 8 jam terang 16 jam gelap, 12 jam terang 12 jam gelap) maka kandungan oksigen dalam kolom air akan meningkat. Hal ini akan mengakibatkan tercapainya keseimbangan antara laju konsumsi oksigen dan laju oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis (Kennish 1990; Barner 1988). Hal inilah yang menyebabkan densitas pada perlakuan 24 jam terang lebih tinggi.

Hasil pengamatan terhadap kadar total lipid *S. platensis* dengan perlakuan perbedaan waktu pencahayaan menunjukkan persentase kadar total lipid pada fase eksponensial dan fase stasioner terbesar didapatkan pada perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap dengan persentase rata-rata sebesar 46,1%. Kadar total lipid terendah didapatkan pada perlakuan 24 jam terang dengan persentase rata-rata sebesar 24,8%.

Perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap kepadatan *S. platensis* tidak optimal. Hal ini timbul akibat *S. platensis* untuk mempertahankan kelangsungan hidup (Schenk *et al.*, 2008) dibanding memperbanyak sel. Energi yang dihasilkan dari proses fotosintesis lebih banyak disimpan sebagai cadangan makanan. Keadaan tersebut sebagai bentuk proses adaptasi *Spirulina platensis* untuk mempertahankan hidup pada lingkungan yang ekstrim atau pada keadaan diluar kondisi optimal untuk tumbuh. Chu *et al.* (1982) menyatakan karbohidrat meningkat seiring dengan umur mikroalga yang disertai dengan menurunnya nutrisi dalam media kultur. Jumlah karbohidrat yang berlebih akan disimpan dalam bentuk lipid (Anna dan Titin, 1994).

Perbandingan kadar total lipid berbeda secara signifikan antara perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap apabila dibandingkan dengan perlakuan 20 jam terang. Ada kecenderungan kadar total lipid berbeda secara signifikan antara fotoperiod yang relatif singkat dan fotoperiod

yang memiliki rentang waktu yang panjang/lama (Tabel 7 dan Tabel 8) . Dapat disimpulkan bahwa perlakuan fotoperiod berpengaruh pada kadar total lipid yang dihasilkan oleh *S. platensis*.

Kesimpulan

Fotoperiod memberi pengaruh terhadap densitas dan total lipid pada mikroalga *S. platensis* yang dikultur pada media selama 13 hari. Fotoperiod dengan periode waktu yang panjang menyebabkan peningkatan densitas. Densitas tertinggi terdapat pada perlakuan 24 jam terang yaitu sekitar $(1591 \pm 16) \times 10^3$ sinusoidal/mL sedangkan total lipid pada perlakuan 24 jam terang yaitu 24,8%-dw. Densitas terendah terdapat pada perlakuan 4 jam terang dan 20 jam gelap yaitu sekitar $(1087 \pm 62) \times 10^3$ sinusoidal/mL sedangkan pada perlakuan 4 jam terang 20 jam gelap memiliki total lipid tertinggi yaitu 46,1%-dw. Perlakuan fotoperiod pada mikroalga *S. platensis* menunjukkan bahwa kepadatan tertinggi tidak berarti kandungan lipid tertinggi.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini merupakan bagian dari proyek Hibah Kompetensi Batch II Dirjen Dikti. Tahun Anggaran 2009-2011. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pimpinan proyek tersebut serta pihak-pihak yang terkait. Kepada reviewer Jurnal Penelitian Kelautan Penulis menyampaikan penghargaan atas review yang sangat berharga pada jurnal ini.

Daftar Pustaka

- Anna, P. dan Titin, S.F.M. 1994. Dasar-dasar Biokimia: Edisi Revisi. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press) Jakarta.
- Becker, E. W. 1994. Microalgae Biotechnology and Microbiology, Cambridge: Cambridge University Press
- Belcher, H dan E. Swale. 1982. Culturing Algae. A Guide for School and Colleges. Culture Collection of Algae and Protozoa (CCAP). Institute of Terrestrial Ecology. Cambridge University press. UK. 25 p.
- Bertoni, E.P., Sprengle, M., Hanifin, J.P., Stetson, M.H., dan Brainard, G.C. 1992. Effect of short photoperiod on ATPase in the testis of the immature siberian hamster. Biol. Report 1992:509-513
- Chisti, Y. 2007, "Biodiesel From Microalgae", *Biotechnology Advances*, Vol.25, hal. 294-306.
- Chu, F.E., Dupuy, J.L. dan Webb, K.L. 1982. Polysaccharide Composition of Five Algae Species Used as Food Larvae of the American Oyster, *Crassostrea virginia*. *Aquaculture*. 29: 241-252
- Derenne, S., P. Metzger, C. Largeau, P.F. Van Berge, J.P. Gatellier, J.S.S Damste, J.W. De Leeuw and C. Berkaloff. 1992. Similar morphological and chemical variations of in Ordovician sediments and cultured *Botryococcus braunii* as a response to changes in salinity. *Organic geochemistry*. 19, 299-313.
- Fabregas, J., C. Herrero, J. Abalde dan B. Cabezas. 1985. Growth Chlorophyll and Protein of the Marine Microalga *Isochrysis galbana* in Bath Culture with Different Salinities and High Nutrient Concentrations. *Aquaculture* 50: 43 - 56
- Fogg, G.E. 1975. Algal Cultured and Phytoplankton Ecology. 2nd Ed. The University of Wisconsin Press, USA.
- Kennish, M.J. 1990. Ecology of Estuaries; Volume II Biological Aspect. CRC Press. Boca Raton, Ann Arbor, Boston, 155-269 pp.
- Rubio, C.F., F.García Camacho, J.M. Fernández Sevilla, Y.Chisti, Molina Grima E. 2003. Mechanistic model of photosynthesis in microalgae. *Biotechnol Bioeng*. 81:459-73.
- Sambas, A.M. 2007. Analisis Korelasi, Regresi, dan Jalur dalam Penelitian. Pustaka Setia. Bandung.