



Kandungan Lipid Beberapa Jenis Sianobakteria Laut Sebagai Bahan Sumber Penghasil Biodiesel

Rifana Sobari⁽¹⁾, AB Susanto⁽¹⁾, Dwi Susilaningih⁽²⁾, Delicia Yunita R.⁽²⁾

- 1) Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698.
- 2) Puslit Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Komplek Bakosurtanal Cibinong Bogor.

email:barireef.green@gmail.com

Abstrak

Mikroalga merupakan organisme yang mengandung klorofil sehingga dapat melakukan proses fotosintesis. Dari proses fotosintesis mikroalga menghasilkan kandungan lipid yang berpotensi sebagai penghasil bahan baku biodiesel. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik morfologi dan pertumbuhan Serta untuk mengetahui kandungan lipid beberapa jenis mikroalga laut sianobakteria dari perairan Indonesia sebagai bahan sumber penghasil biodiesel. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2011 – Februari 2012. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bioproses, Pusat Penelitian Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong, Bogor. Hasil Identifikasi morfologi mikroalga dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya Nikon SE dengan bantuan buku identifikasi sedangkan ekstraksi kandungan lipid mikroalga dilakukan menggunakan metode Bligh and Dyer (1959). Berdasarkan hasil observasi diduga jenis mikroalga Cyanobakteria yang digunakan adalah sebagai berikut: *Oscillatoria sp 1*, *Oscillatoria sp 2*, *Nostoc sp*, *Synechococcus* dan *Lyngbya*. OD pertumbuhan tertinggi mikroalga sianobakteria laut adalah jenis *Nostoc sp*. dan pertumbuhan terendah jenis *Oscillatoria sp.2*. Kandungan lipid pada jenis *Oscillatoria sp.1* sebesar 4,2 mg/25 ml, *Oscillatoria sp.2* sebesar 3,7 mg/25 ml, *Nostoc sp*. sebesar 3,3 mg/25 ml, *Synechococcus sp*. sebesar 4 mg/25 ml dan *Lyngbya sp*. sebesar 7,1 mg/25 ml.

Kata kunci : mikroalga Cyanobakteria, kandungan total lipid, Pertumbuhan mikroalga.

Microalgae are an organism that contains of chlorophyll, so it can make the process of photosynthesis. The process of photosynthesis is the content of lipid producing microalgae as a potential feedstock biodiesel producer. Microalgae have the ability to generate huge natural oils (lipids). The aim of this study is to investigate the characteristic of morfologi and growth of microalgae marine cyanobacteria of Indonesian water that have the most lipid content, so it can be used as raw material for biodiesel. The research was carried out in September 2011 - February 2012. The implementation of the research carried out at the Laboratory of Bioprocess, Biotechnology Research Center Indonesian Institute of Sciences (LIPI) Cibinong, Bogor. Result microalga identification done using Nikon SE light mikroskop with identification book whereas lipid content ekstraction microalga done with Bligh and Dyer method (1959). The results showed that the microalgae sianobacteria had base of morfologi characteristic is the type of *Oscillatoria sp.1*, *Oscillatoria sp.2*, *Nostoc sp.*, *Synechococcus sp.* and *Lyngbya sp.*. The highges growth OD marine cyanobacteria is type of *Nostoc sp*. and the lowest growth is type of *Oscillatoria sp.2*. Lipid content on *Oscillatoria sp.1* 4,2 mg/25 ml, *Oscillatoria sp.2* 3,7 mg/ 25 ml, *Nostoc sp.* 3,3 mg/25 ml, *Synechococcus sp.* 4 mg/25 ml and *Lyngbya sp.* 7,1 mg/25 ml.

Keywords: Microalgae Cyanobacteria, total lipids content, growth of microalgae.

*) Penulis penanggung jawab

Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi global dan penambahan jumlah populasi penduduk yang pesat menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi energi di dunia. Selama ini, kebutuhan energi di dunia dipenuhi dengan menggunakan bahan bakar fosil berupa batubara, minyak bumi dan gas alam yang semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Untuk itu diperlukan sumber energi alternatif seperti biofuel.

Biofuel dapat didefinisikan sebagai bahan bakar dalam bentuk gas, padat maupun cair yang berasal dari biomassa (Pati *et al.* 2008). Sumberdaya perairan yang mempunyai keanekaragaman biotanya merupakan salah satu sumber bahan baku biofuel yang melimpah. Salah satu yang menjadi primadona saat ini adalah mikroalga.

Mikroalga merupakan organisme yang mengandung klorofil serta pigmen-pigmen lain sehingga dapat melakukan proses fotosintesis. Mikroalga berukuran mikroskopis, tersebar luas di alam dan dapat di jumpai di semua lingkungan yang terkena sinar matahari, serta morfologi dan ciri-cirinya sangat beragam (Pelezar and Chan, 1986).

Mikroalga merupakan organisme yang memiliki potensi sebagai penghasil bahan baku biodiesel. Berdasarkan beberapa penelitian, mikroalga mempunyai kemampuan yang sangat besar untuk menghasilkan minyak alami (lipid), lebih kurang 60% dari berat kering (Sheehan *et al.* 1998). Keistimewaan biodiesel yang berasal dari mikroalga yaitu dapat diperbaharui (*renewable*), nontoksik, dan dapat terurai secara alami (*biodegradable*). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan mikroalgae sebagai bahan baku biofuel (Brown, 2002; Skill, 2007; Patil *et al.*, 2008; Widjaja, 2009).

Penelitian mikroalga laut seperti *Spermonde*, *BTM* dan *Green* sebagai sumber penghasil biodiesel sangat penting dilakukan karena kadar total lipid mikroalgae berpengaruh langsung terhadap produksi biodiesel. Produksi minyak dari trigliserida dapat menjadi solusi yang realistis untuk mengganti solar. Hal ini karena tidak ada bahan baku lain yang memiliki banyak minyak sehingga mampu digunakan untuk memproduksi minyak dalam volume yang besar. Semua jenis mikroalga memiliki komposisi kimia sel yang terdiri dari protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat. Persentase keempat komponen tersebut bervariasi tergantung jenis mikroalga. Ada jenis mikroalga yang memiliki komponen asam lemak lebih dari 40%. Dari komponen asam lemak inilah yang akan diekstraksi dan diubah menjadi minyak (Oilgae.com, 2006).

Materi dan Metode

Materi utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa mikroalga Sianobakteria laut dari perairan Indonesia yang diperoleh dari koleksi kultur Laboratorium Bioproses Bioteknologi LIPI. Selanjutnya dilakukan kultur bertingkat di Laboratorium Bioproses Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong. Metode penelitian menggunakan metode eksperimental laboratories, sedangkan data hasil pengamatan dibuat data dan grafik, diolah dengan bantuan program excel.

Pelaksanaan penelitian meliputi Identifikasi morfologi, OD (*Optical Density*) pertumbuhan, parameter lingkungan mikroalga dan analisis kadar total lipid selama 45 hari masa pemeliharaan yang disampling setiap tiga hari sekali.

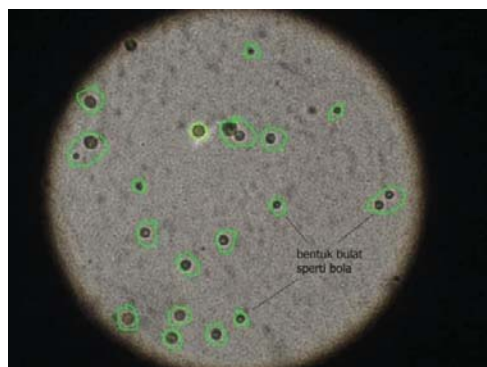
Identifikasi morfologi mikroalga dilakukan dengan mikroskop cahaya Nikon SE pada perbesaran bertahap dari 10 x 4, 10 x 10, 10 x 40, dan 10 x 100, dengan bantuan buku identifikasi Geitler (1985) dan Whitton (2002). Identifikasi juga dilakukan dengan bantuan foto. Foto Cyanobacteria diambil dengan menggunakan mikroskop cahaya Olympus CH-2 yang dilengkapi dengan kamera digital Olympus.

Selama proses kultivasi mikroalga dilakukan pengamatan OD (*Optical Density*) pertumbuhan mikroalga menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 680 nm. Selain itu juga, dilakukan pengukuran parameter lingkungan yang meliputi salinitas, pH, suhu serta intensitas cahaya setiap pagi, siang dan sore hari.

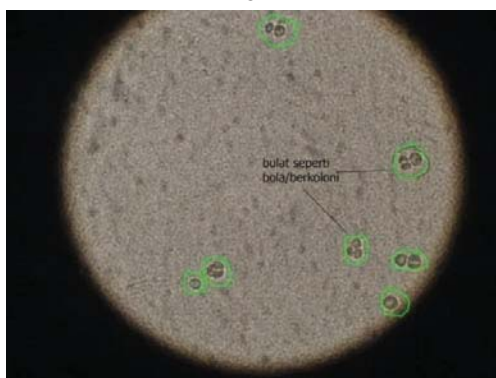
Analisis kadar total lipid menggunakan metode Bligh and Dyer (1959). Sampling setiap mikroalga diambil sebanyak 25 ml kemudian diendapkan menggunakan sentrifuse sehingga didapatkan berat biomassa mikroalga basah dan mikroalga diekstraksi dengan ditambahkan methanol dan ditambahkan kloroform serta aquades. Perbandingan antara mathanol, kloroform dan aquades adalah 1 : 1 : 1.

Hasil dan Pembahasan

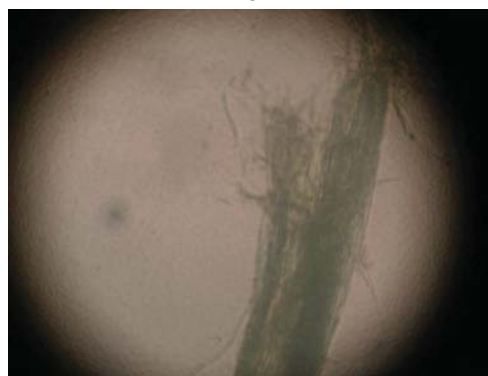
Hasil penelitian memperlihatkan morfologi mikroalgae yang digunakan dalam penelitian yaitu Spermonde 1, Spermonde 2, BTM 01, BTM 03 dan Green yang diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x.



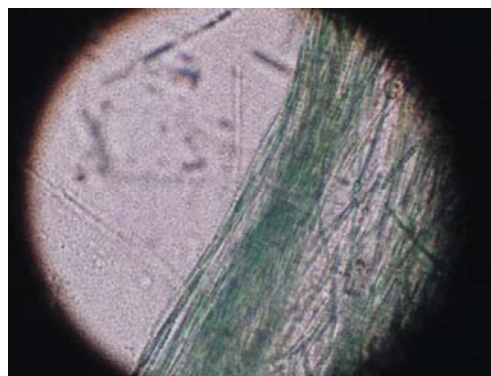
a



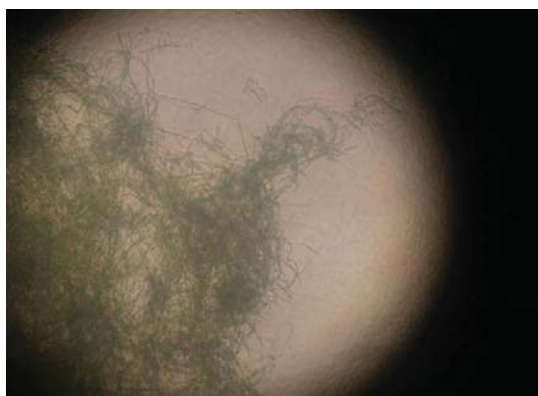
b



c



d



e

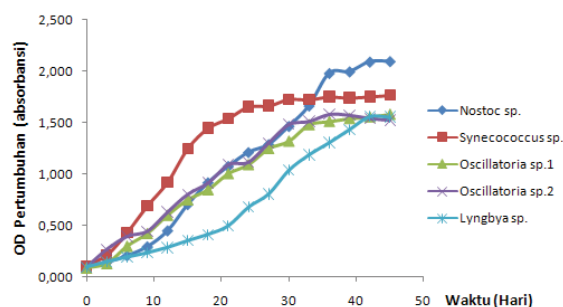
Gambar 1. Morfologi Mikroalga: (a) *Oscillatoria* sp.1, (b) *Oscillatoria* sp.2, (c) *Nostoc* sp., (d) *Synechococcus* sp. dan (e) *Lyngbya* sp. dengan Perbesaran 40x

Hasil penelitian menunjukkan mikroalga BTM 01, BTM 03, Green, Spermonde 1 dan Spermonde 2 termasuk dalam divisi *Cyanophyta/Cyanobacteria*. Hal ini, berdasarkan ciri diagnostik morfologi yang ada pada mikroalgae tersebut, yaitu perbedaan bentuk tubuh. Bentuk tubuh berupa koloni non-filamen dikelompokkan dalam ordo Chroococcales, sedangkan yang memiliki bentuk tubuh berupa koloni filamen (trikom) dikelompokkan dalam ordo Oscillatoriales (Prihantini, 2008). Berdasarkan hasil observasi diduga jenis mikroalga sianobakteria yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut: *Oscillatoria* sp.1, *Oscillatoria* sp.2, *Nostoc* sp., *Synechococcus* sp. dan *Lyngbya* sp. Identifikasi morfologi menggunakan mikroskop cahaya Nikon SE pada perbesaran bertahap dari 10 x 4, 10 x 10, 10 x 40, dan 10 x 100, dengan bantuan buku identifikasi Geitler (1985) dan Whitton (2002). Identifikasi juga dilakukan dengan bantuan foto. Foto sianobakteria diambil dengan menggunakan mikroskop cahaya Olympus

CH-2 yang dilengkapi dengan kamera digital Olympus.

1. Observasi Pertumbuhan Berbagai Jenis Mikroalga Selama Pemeliharaan

Hasil penelitian menunjukkan OD (*Optical Density*) pertumbuhan rata-rata mikroalga selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pertumbuhan rata-rata Mikroalga pada Masa Pemeliharaan selama 45 hari.

Tingkat OD pertumbuhan rata-rata mikroalga tertinggi pada *Nostoc* sp. yaitu 2,094 pada hari ke-45 dan OD pertumbuhan puncak terendah pada mikroalga *Lyngbya* sp. dari perairan Bali yaitu 1,563 pada hari ke-42.

Pertumbuhan mikroalga dalam media kultur sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat kultur antara lain media kultur (nutrisi) suhu, pH, salinitas dan intensitas cahaya. Komposisi media kultur yang lengkap dan nutrisi yang tepat dapat menentukan jumlah produksi bioamassa dan kandungan gizi mikroalgae (T.Christmadha, Nofdianto dalam Prihantini, *et al.*, 2007).

Hasil pengamatan selama terhadap suhu selama pemeliharaan antara 27 °C – 32 °C ini masih dalam keadaan yang ideal untuk pertumbuhan mikroalgae. Sebagian besar mikroalgae dapat hidup pada suhu antara 16 – 35 °C (Kawaroe, 2010). Sedangkan salinitas yang didapatkan

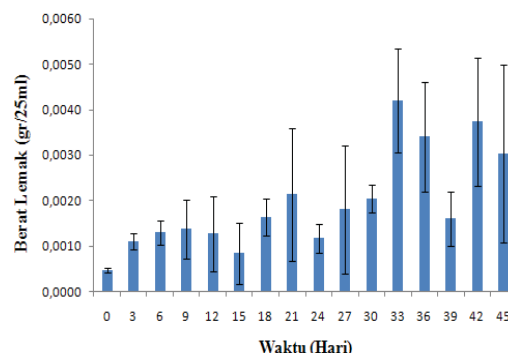
selama pemeliharaan antara 35 - 42 ppt. Meningkatnya salinitas pada penelitian ini disebabkan oleh berkurangnya kadar air karena proses penguapan yang terjadi dan adanya proses aerasi. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuti (1995), pada beberapa mikroalga mengalami pertumbuhan optimal pada kisaran salinitas 35 ppt.

Menurut Erlina *et al* (2007) pH yang diperlukan mikroalga untuk tumbuh baik berkisar 7.5 - 8,5. pH yang didapat dalam penelitian berkisar antara 7 - 9, ini merupakan pH yang masih dalam ambang batas untuk pertumbuhan mikroalga. Sedangkan Cahaya merupakan faktor yang sangat penting dalam pertumbuhan mikroalga karena cahaya digunakan dalam proses fotosintesis. Intensitas cahaya yang diterima mikroalga berpengaruh terhadap kepadatan puncak serta waktu penanaman. Hasil intensitas cahaya yang didapat mikroalga Spermonde 1, Spermonde 2, BTM 01, BTM 03 dan Green pada pagi hari berkisar antara 1000 - 50000 lux, siang hari antara 1000 - 6000 lux dan sore hari antara 1000 - 3000 lux. Pada pagi hari kultur mikroalga terkena pancaran sinar

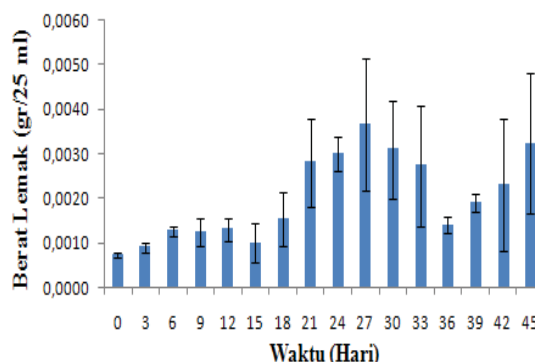
Sedangkan pada siang dan sore hari kultur mikroalga hanya mendapat pancaran sinar yang sedikit karena sudah terhalang oleh bangunan. Hal ini juga tergantung pada keadaan cuaca alam dan penempatan kultur mikroalga. Menurut Sri Cahyaningsih, dkk., (2006), kultur mikroalga semi massal maupun massal dengan ruang terbuka intensitas cahaya lebih baik dibawah 10.000 lux.

2. Pengamatan Kadar Total Lipid

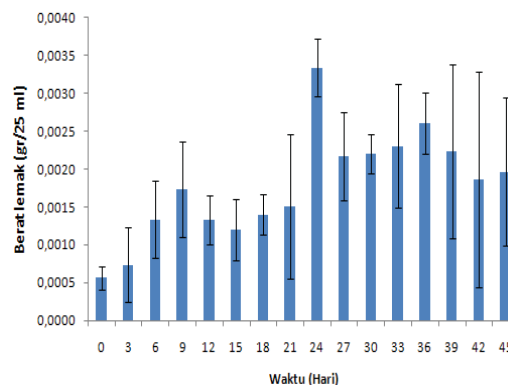
Pengamatan kadar total lipid mikroalga Sianobakteria mempunyai berat rata-rata kadar total lipid dapat dilihat pada gambar 3.



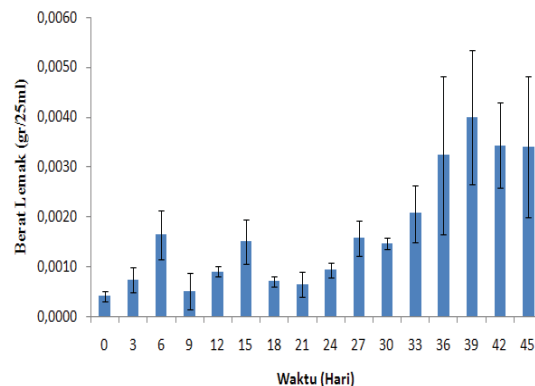
a



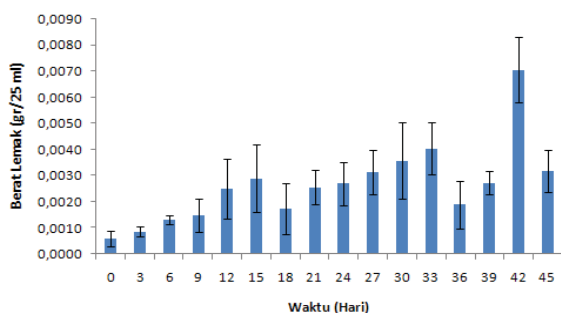
b



c



d



e

Gambar 3. Pengamatan Kadar Lipid Total Mikroalga (a) *Oscillatoria* sp., (b) *Oscillatoria* sp.2, (c) *Nostoc* sp., (d) *Synechococcus* sp. dan (e) *Lyngbya* sp.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama masa pemeliharaan 45 hari dihasilkan kadar lemak setiap mikroalga berbeda-beda. Mikroalga *Oscillatoria* sp.1, *Oscillatoria* sp.2, *Nostoc* sp., *Synechococcus* sp. dan *Lyngbya* sp. mempunyai kandungan berat lemak rata-rata dari 25 ml sampel, berat tertinggi berturut-turut sebagai berikut: 4,2 mg, 3,7 mg, 3,3 mg, 4 mg, dan 7,1 mg. Mikroalga *Lyngbya* sp. menghasilkan berat lemak rata-rata tertinggi dibandingkan mikroalga jenis lainnya. Kandungan lemak mikroalga yang mencapai puncak tertinggi selama masa pemeliharaan terjadi pada fase eksponensial. Pada masa pertumbuhan mikroalga melakukan proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat. Jumlah karbohidrat yang berlebih akan disimpan dalam bentuk lipid (Anna dan Titin, 1994). Sedangkan menurut Champbell *et al.* (2010), hasil akhir fotosintesis adalah gula sederhana yang akan diubah menjadi gula lain yang lebih kompleks (misalnya sukrosa) sebelum diangkut karena mudah bereaksi. Sisa sukrosa diubah menjadi gula, protein dan lipid sebagai cadangan makanan. Hasil pengamatan menunjukkan kandungan berat lipid rata-rata semakin meningkat seiring masa pertumbuhan. Hal

ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Anam dkk., (2009), bahwa produksi asam lemak lebih banyak terjadi pada mikroalga yang masih dalam masa pertumbuhan.

Kandungan lipid yang dihasilkan masing-masing mikroalga tidak maksimal karena beberapa faktor diantara adalah intensitas cahaya yang diterima masing-masing mikroalga berbeda-beda. Pada intensitas cahaya rendah pertumbuhan mikroalga tidak optimal. Hal ini akan berakibat terhadap kecenderungan mikroalga untuk mempertahankan kelangsungan hidup dibandingkan memperbanyak sel. Energi yang dihasilkan dari proses fotosintesis lebih banyak disimpan sebagai cadangan makanan (Schenk *et al.*, 2008). Ini mengakibatkan kandungan lipid yang diperoleh akan menurun karena energi yang seharusnya dapat dihasilkan untuk lipid digunakan untuk cadangan makanan. Menurut Christi (2007), menyatakan intensitas cahaya yang diterima sedikit lebih tinggi dari level cahaya dapat menghasilkan pertumbuhan biomassa yang maksimum. Sebaliknya intensitas cahaya yang terlampau tinggi berdampak buruk terhadap pada sel yang berhubungan dengan proses fotosintesis (Rubio *et al.*, 2003). Hasil analisa terhadap biomassa terhadap kadar total lipid menunjukkan kecenderungan semakin besar biomassa semakin besar pula kadar total lipidnya. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Anam Dkk., (2009) bahwa biomassa yang dihasilkan lebih banyak, kandungan lipid lebih kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Sianobakteria yang didapat berdasarkan karakteristik morfologi adalah jenis *Oscillatoria* sp.1,

Oscillatoria sp.2, *Nostoc* sp. *Synechococcus* sp. dan *Lyngbya* sp. OD (*Optical Density*) pertumbuhan tertinggi mikroalga sianobakteria laut selama 45 hari adalah jenis *Nostoc* sp. dan pertumbuhan terendah pada jenis *Oscillatoria* sp.2. Kandungan lipid yang diperoleh selama 45 hari dengan sampel 25 ml pada jenis *Oscillatoria* sp.1 sebesar 4,2 mg, *Oscillatoria* sp.2 sebesar 3,7 mg, *Nostoc* sp. sebesar 3,3 mg; *Synechococcus* sp. sebesar 4 mg dan *Lyngbya* sp. sebesar 7,1 mg.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada dosen pembimbing utama saya yaitu Bapak Dr. AB Susanto, M.Sc serta Ibu Dr. Dwi Susilaningsih, M.Pharm selaku dosen pembimbing anggota yang selalu memberikan saran dan masukan dalam pembuatan jurnal ilmiah ini.

Terima kasih kepada Puslit Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah memfasilitasi alat dan tempat selama penelitian, dan kepada kemendikbud yang telah memberikan beasiswa unggulan melalui program P3SWOT.

Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang membantu untuk pembuatan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anam, K., Farida, H., Sidiq, M.H. dan Susilaningsih, D. 2009 Potensi Mikroalga Laut (Klorofita) Indonesia Sebagai Penghasil Energi Baru Biofuel Cair (Biodisel). Kegiatan Penelitian Bioteknologi, DIPA PUSLIT Bioteknologi-LIPI, Bogor.

Bligh, E.G. and Dyer, W.J. 1959. A rapid method for total lipid extraction

and purification. *Can.J.Biochem.Physiol.* 37:911-917.

Brown, M.R. 2002. Nutritional Value of Microalgae for Aquaculture. *In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G. Simoes, N. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola; 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México, 281 -292 p.*

Cahyaningsih, S. dan Achmad, N.M. 2006. Petunjuk Teknis Produksi Pakan Alami. BBAP Situbondo, Surabaya.

Campbell, N.A., J.B. Reece, dan L.G. Mitchell. 2002. *Biologi Edisi Kelima Jilid 1* Lestari R, Adil EIM, Anita N, penerjemah. Jakarta: Erlangga. Hal 63-76. (Terjemahan dari: *Biology fifth edition*).

Chisti, Y. 2007. Biodiesel from Microalgae. *Institute of Techonlogy and Engineering, Massey University, Biotechnology Advances* 25, 294-306 p.

Erlina, A. 2007. Produksi Pakan Hidup (Pelatihan Benih Udang). *Laboratorium Pakan Alami. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara.*

Geitler, L. 1985. *Cyanophyceae*, Koeltz Scientific Books, Koenigstein.

Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton; Pakan Alami untuk

- Pembenihan Organisme Laut. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 489-522. (Diterjemahkan oleh Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, Angka SL).
- Kawaroe, M., T. Prartono, A. Sunuddin., D.W. Sari, dan D. Augustine. 2010. Mikroalga: potensi dan pemanfaatannya untuk produksi bio bahan bakar. PT Penerbit IPB Press. Bogor.
- Nofdianto, M., Badjoeri, S.N. Lukman dan Satryo. 1999. Kondisi fisika-kimia beberapa situ di sekitar Bogor, Jawa Barat. *Dalam*: F. Sulawesty, G.S. Haryani, H. Wibowo, I.D.A. Sutapa, M. Fakhrudin, Nofdianto, T. Crisamadha, T. Widiyanto (Eds.), Hasil-hasil riset Puslitbang Limnologi tahun 1998/1999. Puslitbang Limnologi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong,.
- Oil Algae (Oilgae). 2006. Algae Oil Extraction. <http://oilgae.com> (13 Mei 2012).
- Pati, V., K.Q. Trinh. and H.R. Gliserod. 2008. Towards Sustainable Production of Biofuels from Microalgae. *International Journal of Molecular Sciences*, 9: 1188-1195 p.
- Pelezar, M.J. dan Chan, E.C.S. 1986 Dasar-dasar mikrobiologi 2. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, hal.
- Rubio, C.F., F. Garcia, J.M. Fernandez, Y. Chisti and Molina, E. 2003. A Mechanistic Model of Photosynthesis in Microalgae. *Biothechnol Bioeng*, 81: 59-73 p.
- Schenk, M.P., R.T. Skye, S. Evan, C.M. Ute, H.M. Jan, P. Clemens, K. Olaf and H. Ben. 2008. Second Generation Biofuels: High-Efficiency Mikroalgae for Biodiesel Production. *Bioenergy Research*, Vol. 1 (1): 20-43.
- Skill, S. 2007. Microalgae biofuels. Marine futures conferenc. *National marine aquarium*, 18 pp.
- Whitton, B.A. 2002. Phylum Cyanophyta (Cyanobacteria), *in*: Jhon, D.M. B.A. Whitton, A.J. Brook (Eds.), The freshwater alga flora of The British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae, Cambridge University Press, Cambridge.
- Widjaja, A. 2009. Lipid production from microalgae as a promising candidate for biodiesel production. *Makara Teknologi*, 13(1): 47 -51 pp.