

**KULTIVASI MIKROALGA *Chaetoceros sp.* DAN *Spirulina sp.*
UNTUK POTENSI BIODIESEL**

***CULTIVATION OF MICROALGAE *Chaetoceros sp.* AND *Spirulina sp.*
FOR BIODIESEL POTENCY***

Iklina Devita¹⁾, Isnaini²⁾, dan Gusti Diansyah²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

²⁾ Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralata, Indonesia

Email: iis.isnaini82@yahoo.com

Registrasi: 14 April 2018; Diterima setelah perbaikan: 11 Mei 2018

Disetujui terbit: 13 Juni 2018

ABSTRAK

Perlunya memproduksi dan menggunakan sumber bahan bakar terbarukan untuk menanggulangi persediaan sumber bahan bakar fosil yang semakin menipis serta dapat mengatasi dampak pemanasan global. Biodiesel dari mikroalga menjadi salah satu sumber yang mampu menggantikan bahan bakar diesel konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji laju pertumbuhan dan kandungan minyak pada *Chaetoceros sp.* dan *Spirulina sp.* serta membandingkan besar potensi biodiesel dari laju pertumbuhan dan kandungan minyak tersebut. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium dengan kultur tiap jenis mikroalga dilakukan tiga kali pengulangan. Pengukuran kepadatan sel dan kualitas air setiap 24 jam. Ekstraksi minyak menggunakan metode Bligh-Dyer dari bubuk mikroalga yang dipanen pada hari ke-5. Laju pertumbuhan rata-rata *Chaetoceros sp.* λ 450 nm 0,190 x 10⁵ sel/ml/hari, λ 590 nm 0,207 x 10⁵ sel/ml/hari, λ 680 nm 0,197 x 10⁵ sel/ml/hari dan rata-rata laju pertumbuhan *Spirulina sp.* mikroskopi 0,134 x 10⁵ sel/ml/hari, λ 450 nm 0,162 x 10⁵ sel/ml/hari, λ 590 nm 0,154 x 10⁵ sel/ml/hari dan λ 680 nm 0,156 x 10⁵ sel/ml/hari. Kandungan minyak *Chaetoceros sp.* sebesar 14,89% dan *Spirulina sp.* 18,11%. Potensi *Spirulina sp.* sebagai bahan baku biodiesel lebih besar dibandingkan *Chaetoceros sp.*

KATA KUNCI: biodiesel, *Chaetoceros sp.*, mikroalga, *Spirulina sp.*

ABSTRACT

*The need for renewable fuel sources to overcome the supply of fossil fuel and renewable energy is also important to reduce the global warming effect. Biodiesel from microalgae was become the one of the sources that can replace conventional fuel. This study aims to assess the growth rate and oil content in *Chaetoceros sp.* and *Spirulina sp.* and to compare the potential of biodiesel from the growth rate and oil content. This reaserch was conducted in a laboratory scale with the culture of microalgae was done in three times for each type microalgae. The cell density and water quality measurement were done every 24 hours. Oil extraction using Bligh-Dyer method from microalgae powder wich were harvested on day 5. The average growth rate of *Chaetoceros sp.* at λ 450 nm was 0.190 x 10⁵ cell/ml/day, λ 590 nm 0.207 x 10⁵ cells/ml/day and 680 nm λ 0.197 x 10⁵ cells/ml/day and the average growth rate of *Spirulina sp.* using microscopy method was 0.134 x 10⁵ cells/ml/day, λ 450 nm 0.162 x 10⁵ cells/ml/day, λ 590 nm 0.154 x 10⁵ cells/ml/day and 680 nm λ 0.156 x 10⁵ cells/ml/day. The oil content of*

Chaetoceros sp. amounted to 14.89% and *Spirulina sp.* 18.11%. *Spirulina sp.* potential as a raw material for biodiesel is greater than *Chaetoceros sp.*

KEYWORDS: *biodiesel, Chaetoceros sp., microalgae, Spirulina sp.*

1. PENDAHULUAN

Perlunya memproduksi dan menggunakan sumber bahan bakar terbarukan yang dapat menanggulangi persediaan sumber bahan bakar fosil yang semakin menipis serta mengatasi dampak pemanasan global. Biodiesel adalah bahan bakar yang berasal dari biomassa tumbuhan maupun hewan dan bersifat sama seperti solar namun lebih ramah lingkungan. Sumber bahan baku pembuatan biodiesel diantaranya yaitu kedelai, kelapa sawit, jarak, mikroalga, canola, kelapa, bunga matahari. Mikroalga menjadi satu-satunya sumber biodiesel terbarukan yang mampu memenuhi permintaan global untuk bahan bakar transportasi. Kemampuan mikroalga dalam memproduksi minyak dari hasil fotosintesis lebih efisien dibandingkan dengan tanaman lain serta tidak membutuhkan lahan yang luas untuk produksi biomassa.

Chaetoceros sp. dan *Spirulina sp.* merupakan jenis mikroalga dengan kandungan minyak yang tinggi sehingga dijadikan sebagai sumber bahan baku biodiesel. Penelitian ini ditujukan untuk mengkaji laju pertumbuhan dan kandungan minyak *Chaetoceros sp.* dan *Spirulina sp.* sehingga dari keduanya didapatkan jenis yang berpotensi lebih tinggi sebagai bahan baku biodiesel.

2. BAHAN dan METODE

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Februari - Maret 2016 di Laboratorium Bioekologi Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Sriwijaya, Inderalaya. Bibit mikroalga

berasal dari Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo. Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan kultur tiap jenis mikroalga dilakukan sebanyak tiga kali ulangan tanpa perbedaan perlakuan.

Kultivasi Mikroalga

Langkah - langkah kultivasi menurut Kawaroe *et al.* (2012) sebagai berikut:

Sebanyak 700 ml media air laut dimasukkan ke dalam wadah toples lalu ditambah 300 ml inokulum dan 1 ml pupuk silikat untuk *Chaetoceros sp.* dan 1 ml pupuk conwy untuk *Spirulina sp.* Laju pertumbuhan mikroalga diukur setiap 24 jam sekali. Pengukuran kualitas air juga dilakukan 24 jam sekali saat pengamatan pertumbuhan.

Kepadatan Sel dan Laju Pertumbuhan

Pengukuran laju pertumbuhan harian berdasarkan dengan persamaan Jia *et al.* (2015)

$$\mu = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{\Delta t}$$

Ket:

μ : laju pertumbuhan harian
(sel/ml/hari)

N_t : kepadatan sel akhir (sel/ml)

N_0 : kepadatan sel awal (sel/ml)

Δt : waktu dari N_0 ke N_t

Ekstraksi Minyak

Sampel diekstraksi dalam bentuk bubuk. Rasio perbandingan bubuk mikroalga dengan pelarut ialah 1 : 3. Sampel yang telah ditimbang langsung dimasukan ke dalam tabung centrifuge

kemudian ditambahkan kloroform, metanol dan akuades dengan perbandingan 1 : 2 : 0,8. Langkah – langkah pengekstraksian (Panggabean *et al.* 2010):

1. Sampel mikroalga bubuk ditimbang sebanyak 3 gram.
2. Sampel dimasukkan ke dalam tabung centrifuge, ditambahkan 9 ml (kloroform, metanol, akuades) centrifuge 3000 rpm selama 15 menit.
3. Larutan kekuningan di bagian bawah tabung kemudian centrifuge 3000 rpm selama 15 menit.
4. Terbentuk 2 fase, cair di bagian atas dan fase endapan organik di bagian bawah.
5. Ambil endapan organik lalu dimasukkan ke tabung reaksi yang sudah diketahui beratnya.
6. Endapan organik disimpan pada ruang terbuka selama 3 hari agar kloroform menguap sehingga tersisa minyaknya saja.

Perhitungan persen berat total lipid berdasarkan Safitri *et al.* (2013):

$$\% \text{ lipid} = (B - C)/A \times 100$$

Ket:

A : berat biomassa (gram)

B : berat tabung reaksi + berat minyak (gram)

C : berat tabung reaksi kosong

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air

a. Suhu

Hasil pengukuran suhu *Chaetoceros* sp. dan *Spirulina* sp. selama penelitian berkisar antara 26–32°C. Kecenderungan suhu meningkat lalu stabil hingga akhir penelitian. Suhu rata-rata *Chaetoceros* sp. dan *Spirulina* sp. ialah 29,7 °C dan 29,6 °C. Menurut Thomas (1966) dalam Eppley (1977)

suhu untuk pertumbuhan optimal spesies *Chaetoceros* dari Samudera Pasifik tropis yaitu 32 °C. Suhu optimal bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. adalah 20–30 °C (Hariyanti, 2008). Kedua jenis mikroalga dalam penelitian ini bersifat eurythermal sehingga nilai suhu selama penelitian masih mendukung kehidupan mikroalga dengan baik.

b. pH

Hasil pengukuran pH kultur berdasarkan Gambar 11 terlihat stabil pada kisaran 7,5–8,2. pH kultur bersifat condong ke basa lemah, sama halnya dengan sifat air laut alami yang juga bersifat basa lemah. pH bagi pertumbuhan optimal mikroalga yakni antara 8,2–8,7 (Lavens dan Sorgeloos, 1996). Nilai pH pada penelitian mampu ditolerir oleh mikroalga dan masih dalam kisaran yang dapat menunjang kehidupannya.

c. Salinitas

Salinitas hasil pengamatan berkisar antara 27–36 ‰ baik pada *Chaetoceros* sp. maupun pada *Spirulina* sp. Peningkatan salinitas bisa disebabkan oleh aerasi dan penguapan massa air yang meninggalkan garam – garamnya. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuti (1995) beberapa mikroalga laut tumbuh dengan optimal pada kisaran salinitas 35 ‰.

d. Dissolve Oxygen

Kadar oksigen terlarut tiap sampel mikroalga ditunjukkan pada Gambar 13, berada di antara 7,4 – 9,6 mg/l. Pada kultur *Chaetoceros* sp. kadar oksigen terlarutnya cenderung menurun terhadap waktu pengamatan, berbeda dengan *Spirulina* sp. yang kadar oksigen terlarutnya cenderung stabil hingga akhir penelitian. Peningkatan dan penurunan oksigen terlarut bisa terjadi

karena sel – sel mikroalga melepaskan oksigen pada proses fotosintesis sehingga nilai kadar oksigen terlarut dapat naik-turun. Kadar DO untuk kehidupan biota laut ialah >5mg/l (Kepmen LH, 2004).

e. Kepadatan Sel

Jumlah sel mikroalga diperoleh dari puncak kepadatan masing – masing jenis mikroalga (Tabel 1). Untuk kepadatan sel *Chaetoceros* sp. dengan pengamatan spektroskopi didapat dari nilai rata-rata absorbansi tertinggi di setiap panjang gelombang yang kemudian dimasukkan ke dalam persamaan Wang *et al.* (2014). Hal ini dilakukan agar didapatkan prediksi nilai kepadatan sel dengan tepat. Hasil pengukuran kepadatan sel antara pengamatan mikroskopi dengan pengamatan spektroskopi *Spirulina* sp. sangat jauh berbeda. Hal ini dapat terjadi karena keterbatasan penglihatan terhadap objek pandang.

Berdasarkan kepadatan sel mikroalga dari pengamatan spektroskopi, didapatkan kepadatan sel *Spirulina* sp. lebih besar jumlahnya dari sel *Chaetoceros* sp. Hubungan yang dihasilkan antara kepadatan sel dari pengamatan mikroskopi dengan nilai absorbansi dari pengamatan spektroskopi tidak menunjukkan hubungan yang kuat meskipun hubungannya bernilai positif.

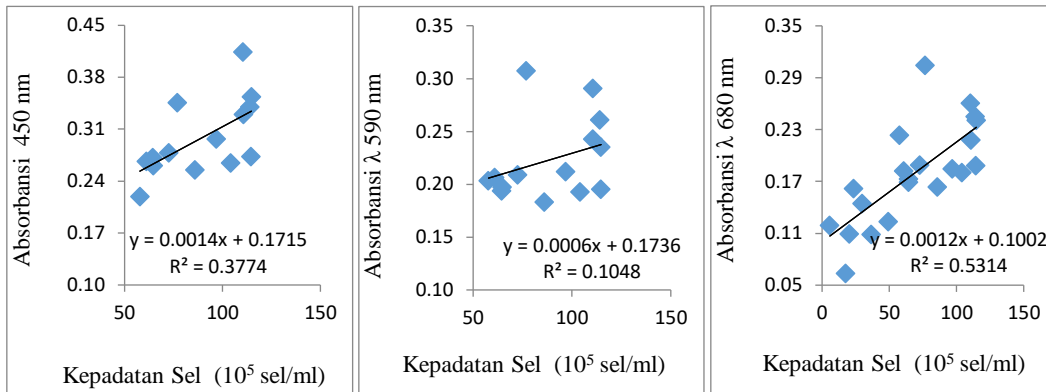
R^2 merupakan koefisien determinan yang digunakan untuk memprediksi kesesuaian model pendugaan terhadap data yang tersedia (Gambar1). Kisaran nilainya $0 < R^2 < 1$, makin mendekati 1 maka model pendugaan makin sesuai untuk menjelaskan keragaman data (Zamani dan Muhaemin, 2016). Hasil yang diperoleh dapat dikatakan bahwa pendugaan kepadatan sel *Spirulina* sp. secara spektroskopi kurang sesuai untuk panjang gelombang tersebut.

Tabel 1. Rata – Rata Kepadatan Sel Mikroalga Tertinggi

Pengamatan	Kepadatan Sel Mikroalga (hari ke-)		
	<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Spirulina</i> sp.	<i>Chaetoceros</i> sp.
Mikroskopi		114.73 x 10 ⁵ sel/ml (hari ke-17)	
Spektroskopi	λ 450 nm	0.2492 (hari ke-16)*	0.4146 x 10 ⁵ sel/ml (hari ke-16)*
	λ 590 nm	0.1475 (hari ke-17)*	0.3069 x 10 ⁵ sel/ml (hari ke-21)*
	λ 680 nm	0.1389 (hari ke-16)*	0.3045 x 10 ⁵ sel/ml (hari ke-21)*
			0.2777 x 10 ⁵ sel/ml (hari ke-16)**
			0.1739 x 10 ⁵ sel/ml (hari ke-17)**
			0.1652 x 10 ⁵ sel/ml (hari ke-16)**

Keterangan: * Nilai Absorbansi

** Nilai Absorbansi yang dimasukkan ke dalam persamaan Wang *et al.* (2014)



Gambar 1. Nilai Koefisien Determinasi

f. Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan dihitung saat fase eksponensial yaitu di hari ke-13 sampai hari ke-16 pada pengamatan spektroskopi dan hari ke-12 sampai hari ke-16 pada pengamatan mikroskopi (Tabel 2).

Berdasarkan Tabel 2, rata - rata laju pertumbuhan *Chaetoceros sp.* ialah $0,197 \times 10^5$ sel/ml/hari. Rata - rata laju pertumbuhan harian *Spirulina sp.* ialah $0,156 \times 10^5$ sel/ml/hari. Rata - rata laju pertumbuhan *Spirulina sp.* pada pengamatan mikroskopi ialah $0,134 \times 10^5$ sel/ml/hari. Jika dibandingkan antara perhitungan laju pertumbuhan harian dengan pengamatan visual di laboratorium, sel *Spirulina sp.* memiliki kepekatn yang sangat jelas terlihat kepekatannya dan pada nilai kepadatan sel *Spirulina sp.* lebih tinggi dari *Chaetoceros sp.* Mengingat pengamatan

spektrofotometri yang telah digunakan kurang sesuai untuk pendugaan kepadatan sel *Spirulina sp.* menyebabkan ketidak sesuaian antara nilai kepadatan sel dengan nilai laju pertumbuhan *Chaetoceros sp.* dan *Spirulina sp.* Seharusnya nilai laju pertumbuhan *Spirulina* lebih tinggi dibandingkan dengan *Chaetoceros sp.*

g. Ekstraksi Minyak

Persentase berat total minyak *Chaetoceros sp.* sebesar 14,89% sedangkan *Spirulina sp.* sebesar 18,11%. Berat minyak rata - rata *Chaetoceros sp.* sebesar 0,45 gram dan pada *Spirulina sp.* didapat berat minyak rata- ratanya sebesar 0,54 gram (Tabel 3).

Berat minyak rata - rata *Spirulina sp.* lebih tinggi dibandingkan dengan *Chaetoceros sp.*

Tabel 2. Laju Pertumbuhan Harian Mikroalga

Pengamatan	Mikroalga (10^5 sel/ml/hari)							
	C1	C2	C3	rata-rata	S1	S2	S3	rata-rata
Mikroskopi					0.092	0.192	0.124	0.134
Spektroskopi λ 680 nm	0.260	0.148	0.174	0.197	0.105	0.110	0.210	0.156

Keterangan: C1 = *Chaetoceros sp.* ulangan ke-1 S1 = *Spirulina sp.* ulangan ke-1
 C2 = *Chaetoceros sp.* ulangan ke-2 S2 = *Spirulina sp.* ulangan ke-2
 C3 = *Chaetoceros sp.* ulangan ke-3 S3 = *Spirulina sp.* ulangan ke-3

Tabel 3. Hasil Ekstraksi Minyak Mikroalga

Mikroalga	Berat Minyak (gram)	Berat Total Minyak (%)
C1	0.21	7
C2	0.71	23.7
C3	0.42	14
rata - rata	0.45	14.89
S1	0.54	18
S2	0.58	19.3
S3	0.51	17
rata - rata	0.54	18.11

Keterangan: C1 = *Chaetoceros* sp. ulangan ke-1
C2 = *Chaetoceros* sp. ulangan ke-2
C3 = *Chaetoceros* sp. ulangan ke-3
S1 = *Spirulina* sp. ulangan ke-1
S2 = *Spirulina* sp. ulangan ke-2
S3 = *Spirulina* sp. ulangan ke-3

Pada sampel C2 nilai berat minyak yang didapat sangat tinggi dibandingkan dengan seluruh ulangan sampel mikroalga. Hal ini disebabkan karena pada saat pengambilan minyak dengan pipet terdapat butiran bubuk sampel yang ikut terbawa sehingga mempengaruhi berat minyak C2 saat penimbangan Manullang et al. (2012) mendapatkan persentase total minyak *Spirulina* platensis yaitu sebesar 10-24,8%. Menurut Matta et al. (2009) kandungan lemak beberapa jenis *Chaetoceros* berkisar 14,6 – 39,8% dari berat kering biomassa. Berdasarkan hasil beberapa penelitian tersebut kandungan minyak *Chaetoceros* sp. lebih tinggi dibandingkan dengan *Spirulina* sp., namun terjadi sebaliknya pada penelitian ini yang mendapatkan minyak *Spirulina* sp. lebih banyak dibandingkan dengan *Chaetoceros* sp. *Chaetoceros* sp. akan menghasilkan minyak secara optimal jika dipanen pada waktu yang tepat.

Dari nilai persentase kandungan minyak pada penelitian ini *Chaetoceros* sp. dan *Spirulina* sp. berpotensi dijadikan sebagai bahan baku biodiesel.

Namun jika dilihat dari segi kandungan minyak yang dihasilkan, *Spirulina* sp. lebih unggul dibandingkan dengan *Chaetoceros* sp.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Laju pertumbuhan rata - rata *Chaetoceros* sp. λ 450 nm 0,190 x 10⁵ sel/ml/hari, λ 590 nm 0,207 x 10⁵ sel/ml/hari, λ 680 nm 0,197 x 10⁵ sel/ml/hari dan rata - rata laju pertumbuhan *Spirulina* sp. mikroskopi 0,134 x 10⁵ sel/ml/hari, λ 450 nm 0,162 x 10⁵ sel/ml/hari, λ 590 nm 0,154 x 10⁵ sel/ml/hari dan λ 680 nm 0,156 x 10⁵ sel/ml/hari.
2. Kandungan minyak *Chaetoceros* sp. sebesar 14,89% dan *Spirulina* sp. 18,11%.
3. Potensi *Spirulina* sp. sebagai bahan baku biodiesel lebih besar dibandingkan *Chaetoceros* sp. karena pertumbuhannya yang lebih

4. cepat dan memiliki kandungan minyak lebih tinggi

for Aquaculture. FAO Fisheries Technical paper 361. Rome.

DAFTAR PUSTAKA

- Eppley RW. 1977. The Growth and Culture of Diatoms: Chapter 2. University of California Press: San Diego.
- Hariyanti R. 2008. Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp. dalam Skala Laboratoris. *Bioma* 10(1): 19-22.
- Ichimi K, T Kawamura, A Yamamoto, K Tada, PJ Harrison. 2012. Extremely High Growth Rate of The Small Diatom *Chaetoceros salsugineum* Isolated from Estuary in The Eastern Seto Inland Sea, Japan. *J. Phycol* 48: 1284–1288.
- Isnansetyo A, Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Fitoplankton dan Zooplankton: Pakan Alami Untuk Pembenihan Organisme Laut. Edisi I. Kanisius: Yogyakarta.
- Jia F, Murat K, Kimberly LO. 2015. Multi-Wavelength Based Optical Density Sensor for Autonomous Monitoring of Microalgae. *Sensors* 15: 22234-22248.
- Kawaroe M, Prartono T, Sunuddin A, D.W. Sari, Augustine, D. 2012. Laju Pertumbuhan Spesifik dan Kandungan Asam Lemak pada Mikroalga *Spirulina platensis*, *Isochrysis* sp. dan *Porphyridium cruentum*. *Ilmu Kelautan* 17(3): 125-131.
- Lavens P, Sorgeloos P. 1996. Manual on Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO Fisheries Technical paper 361. Rome.
- Manullang C, Widianingsih, Endrawati H. 2012. Densitas dan Kandungan Total Lipid Mikroalga *Spirulina platensis* Yang Dikultur pada Tingkatan Perbedaan Fotoperiod. *Journal of Marine Research* 1(1): 24-28.
- Matta TM, Martins AA, Caetano NS. 2009. Microalgae for Biodiesel Production and Other Application: A Review. *Renweable and Sustainable Energy Review* 757: 16 hlm.
- Panggabean L, Sutomo, Diah RN, Afdal. 2010. Mikroalga Laut Sebagai Produsen Biodiesel. Laporan Akhir Program Insentif Peneliti dan Perekayasa LIPI.
- Safitri ME, Rara D, Suparmono, M Muhaemin. 2013. Kandungan Lemak Total Nannochloropsis sp. pada Fotoperiode yang Berbeda. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 1(2): 127-134.
- Wang XW, JR Liang, CS Luo, CP Chen, YH Gao. 2014. Biomass, Total Lipid Production, and Fatty Acid Composition of the Marine Diatom *Chaetoceros muelleri* in Response to Different CO₂ Levels. *Bioresource Technology* 161: 124 - 130.
- Zamani NP, M Muhaemin. 2016. Penggunaan Spektrofotometer Sebagai Pendeteksi Kepadatan Sel Mikroalga Laut. *Jurnal Maspari* 8(1): 39-48.

Iklina Devita *et al.*
Kultivasi Mikroalga *Chaetoceros* sp. dan *Spirulina* sp.
untuk Potensi Biodiesel