

## Blue Energy dari Mikroalga *Chlorella sp.* sebagai Bahan Baku Biodiesel

Rheamya Carissa Siregar<sup>1</sup>, Mahmiah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Oseanografi, Universitas Hang Tuah  
Korespondensi: [carissa.ose20@hangtuah.ac.id](mailto:carissa.ose20@hangtuah.ac.id)

### Abstrak

Biodiesel merupakan bioenergi bersih terbarukan karena dapat dihasilkan dari minyak nabati. Salah satu upaya dalam meningkatkan kemandirian energi di bidang kelautan (*blue energy*) adalah dengan menyiapkan bahan bakar alternatif potensial yang berasal dari mikroalga. Mikroalga mempunyai keunggulan dibandingkan jenis tumbuhan lain, karena pertumbuhan mikroalga sangat produktif serta laju pertumbuhannya sangat cepat dan tidak membutuhkan lahan yang subur, sehingga tidak bersaing dengan tanaman pangan. Beberapa mikroalga memiliki kandungan minyak hingga sebesar 80% dari massa tubuhnya. Bertujuan untuk memberikan informasi tentang perbedaan metode ekstraksi dan identifikasi kandungan minyak dengan mikroalga jenis *Chlorella sp.* yang dapat menjadikan bahan baku biodiesel. Metode pada literatur review ini menggunakan analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*). Hasil penelitian menunjukkan metode ekstraksi soxhlet dapat memisahkan biodiesel serta identifikasi bahan baku biodiesel diperoleh presentase minyak mikroalga dan kandungan senyawa. Senyawa yang paling dominan yaitu senyawa Asam Linoleat, senyawa Asam Palmitat, yang di dominasi oleh senyawa Asam Stearat.

**Kata kunci:** Biodiesel, *Blue energy*, Mikroalga.

### Abstract

*Biodiesel is a renewable clean bioenergy because it can be produced from vegetable oil. One of the efforts to increase energy independence in the marine sector (blue energy) is to prepare potential alternative fuels derived from microalgae. Microalgae have advantages over other types of plants, because the growth of microalgae is very productive and the growth rate is very fast and does not require fertile land, so it does not compete with food crops. Some microalgae have an oil content of up to 80% of their body mass. Aims to provide information about differences in extraction methods and identification of oil content with microalgae type *Chlorella sp.* which can be used as raw material for biodiesel. This research method uses FTIR (Fourier Transform Infrared) and GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) analysis. The results showed that the soxhlet extraction method was able to separate biodiesel and to identify biodiesel raw materials, the percentage of microalgae oil and compound content was obtained. The most dominant compounds are Linoleic Acid compounds, Palmitic Acid compounds, which are dominated by Stearic Acid compounds.*

**Key words:** Biodiesel, *Blue energy*, Microalgae.

### PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan bioenergi bersih terbarukan karena dapat dihasilkan dari minyak nabati. Biodiesel dari minyak tumbuhan seperti jagung, kedelai, jarak dan kelapa sawit memiliki kekurangan yaitu masa panen yang lama. Substitusi minyak dari minyak jagung, kedelai, dan minyak kelapa sawit akan berbenturan dengan kepentingan

konsumsi pangan manusia (Ari dkk., 2019). Salah satu upaya dalam meningkatkan kemandirian energi di bidang kelautan (*blue energy*) dengan menyiapkan bahan bakar alternatif potensial yang berasal dari mikroalga (Halim dkk., 2011). *Blue energy* istilah yang sering di gunakan untuk menamakan sumber-sumber penghasil energi yang ramah lingkungan.

Mikroalga mempunyai keunggulan dibandingkan jenis tumbuhan lain, seperti pertumbuhan mikroalga sangat produktif karena laju pertumbuhannya sangat cepat dan tidak membutuhkan lahan yang subur, sehingga tidak bersaing dengan tanaman pangan. Keunggulan lain mikroalga yaitu dapat diperbarui secara cepat, kandungan lipid yang tinggi, ramah lingkungan, nilai emisi yang rendah, dan mampu mengurangi emisi gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) (Musdalifah dkk., 2015). Beberapa mikroalga memiliki kandungan minyak hingga sebesar 80% dari massa tubuhnya. Kandungan minyak mikroalga tersebut sangat bervariasi berdasarkan jenis dari mikroalga tersebut (Kumalasari dkk., 2014 dalam Mirzayanti dkk., 2020). Kandungan lipid mikroalga yang cukup tinggi berkisar 1-70 % dari berat kering merupakan alasan untuk pembuatan biodiesel (Borowitzka, 1988 dalam Eka, 2021). Sebagian besar lipid yang dihasilkan mikroalga yaitu dalam bentuk trigliserida merupakan jenis lipid yang tepat untuk pembuatan biodiesel.

*Chlorella sp.* merupakan salah satu mikroalga yang berpotensi menghasilkan lipid sebagai bahan dasar untuk memproduksi biodiesel karena kandungan minyaknya yang tinggi. Dapat diketahui, kandungan lipid dari *Chlorella sp.* berkisar 10%-48% dari berat kering (Fihriani, 2015 dalam Elystia dkk., 2021). Salah satu kelebihan mikroalga jenis *Chlorella sp.* yaitu memiliki tingkat reproduksi yang tinggi pada setiap sel *Chlorella sp.* serta mampu berkembang biak menjadi 10.000 sel dalam kurun waktu 24 jam dan memiliki kandungan minyak sekitar 28-32%. Kelebihan *Chlorella sp.* yang lain adalah dapat berkembang biak dengan cepat dan tidak memerlukan pretreatment dalam pengolahannya (Putri dkk., 2014 dalam Mirzayanti dkk., 2020).

Penulisan redaksional bertujuan untuk memberikan informasi tentang perbedaan metode ekstraksi dan identifikasi kandungan minyak dengan mikroalga jenis *Chlorella sp.* yang dapat menjadikan bahan baku biodiesel.

## **METODE PENELITIAN**

Redaksional ini ditulis berdasarkan informasi dan data-data yang diperoleh berdasarkan jurnal-jurnal terkait dengan mikroalga sebagai bahan biodiesel yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Referensi Pustaka yang digunakan

No	Peneliti	Lokasi	Judul
1	Dyah Shintawati	2015	Pembuatan biodiesel dari mikroalga <i>Chlorella sp.</i> melalui dua tahap reaksi in-situ
2	Fattah dkk.,	2020	Maksimalisasi Ekstraksi Lipid dan Sintesis Enzimatik Biodiesel dari Mikroalga
3	Mirzayanti dkk.,	2020	Proses Ekstraksi Minyak Alga <i>Chlorella sp.</i> Menggunakan Metode Soxhletasi

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam jurnal yaitu mikroalga *Chlorella* kering, metanol, KOH, aquadest dan bahan yang diperlukan yaitu Pendingin balik, kompor listrik, labu leher tiga, klem, statif, *magnetic stirrer*, corong pisah, *Mixer Agitator*, gelas beker 250 ml, erlenmeyer 250 ml, timbangan elektrik, pipet 25 ml, termostat, labu takar, corong, oven, buret, penyangga, FTIR (*Fourier Transform Infrared*), GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*).

### Preparasi dan Ekstraksi

#### 1. Preparasi sampel mikroalga

Pengambilan sampel mikroalga *Chlorella sp.* Kemudian ambil *Chlorella sp.* sebanyak 50gr dan ditambahkan aquadest sebanyak 200 ml di dalam erlenmeyer. Selanjutnya campuran tersebut dihomogenisasi dengan shaker selama 1 jam dengan kecepatan 300 rpm.

#### 2. Ekstraksi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fattah dkk., (2020) dan Shintawati, (2017) dan Mirzayanti dkk., (2020) menggunakan metode yang sama dalam melakukan proses pembuatan biodiesel namun dibagian proses ekstraksi terdapat 3 metode ekstraksi seperti yang disajikan pada Table 2.

Tabel 2. Perbedaan Metode Ekstraksi berdasarkan 3 jurnal.

No	Peneliti	Ekstraksi
1	Fattah dkk., (2020)	Cair-cair dengan perbandingan Alga:n-heksan, Soxhlet, Ultrasonik.
2	Dyah Shintawati, (2015)	Cair-cair dengan perbandingan MeOH:n-heksan)
3	Mirzayanti dkk., (2020)	Soxhlet dengan perbandingan Alga:MeOH

#### 3. Transesterifikasi

Setelah proses ekstraksi, minyak mikrolaga ditransesterifikasi dengan metanol dan katalis KOH. Perbandingan minyak dan metanol adalah 1:6. Reaksi dilakukan dalam reaktor selama 1 jam pada suhu 60°C. Biodiesel yang terbentuk dipisahkan dari gliserol dengan pencucian menggunakan aquadest sampai pH netral.

#### 4. Identifikasi dengan FTIR dan GC-MS

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui terbentuknya metil ester. Analisa dengan GC-MS dipakai untuk mengetahui jenis senyawa yang terkandung di dalam metil ester dari *Chlorella sp.*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekstraksi Minyak Mikroalga *Chlorella sp.*

Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan (Mukhriani, 2014). Pada proses ekstraksi minyak mikroalga menggunakan beberapa metode dengan pelarut yang berbeda yaitu ekstraksi cair-cair, ekstraksi soxhlet dan ekstraksi ultrasonik. Presentase hasil minyak seperti yang disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Presentase hasil minyak pada metode ekstraksi

Peneliti	Metode Ekstraksi	Pelarut	Rendemen minyak (%)
Fattah dkk., (2020)	Cair-cair	Alga:n-heksan (1:5)	2,7
	Soxhlet	kloroform: n-heksan: MeOH (1:1:1)	3,5
	Ultrasonik	MeOH: kloroform (1:1)	9,4
Mirzayanti dkk., (2020)	Soxhlet	Alga:MeOH (1:6)	14,90±17,24
		Alga:MeOH (1:9)	15,54±17,64
		Alga:MeOH (1:12)	15,96±17,98

### Transesterifikasi Minyak Mikroalga *Chlorella sp.*

Transesterifikasi menyajikan nilai asam minyak mentah yang diekstraksi menggunakan tiga metode berbeda. Seperti yang terlihat dari tabel 4, minyak dari proses ekstraksi ultrasonik mencapai nilai asam terendah. Dengan demikian, transesterifikasi dilakukan untuk sampel yang diekstraksi dengan ultrasonikasi saja. Metanol ditambahkan pada rasio molar metanol ke minyak 3:1 (jumlah berlebih dari rasio stoikiometri) ke dalam campuran minyak mikroalga segar bersama dengan lipase amobil secara bertahap untuk menyelesaikan proses transesterifikasi. Dalam penelitian ini, sepertiga metanol ditambahkan pada tahap awal, sepertiga pada 4 jam, dan sisanya ditambahkan pada 8 jam. Metanol dikenal sebagai inhibitor lipase dengan demikian, metanol konsentrasi tinggi tidak menguntungkan lipase, mengkatalisis efek dan menyebabkan penurunan aktivitas dan stabilitas enzim.

Tabel 4. Transesterifikasi pada beberapa ekstraksi

Metode ekstraksi	Nilai asam minyak (mg KOH/g)
Cair-cair	30,58
Soxhlet	20,38
Ultrasonik	10,82

### Identifikasi FTIR dan GC-MS

Identifikasi Spektroskopi dengan mengambil wilayah FTIR bagian tengah untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam sampel biodiesel. Kisaran IR bagian tengah antara 4000 dan 400  $\text{cm}^{-1}$  bilangan gelombang. Ringkasan penetapan band spektroskopi IR untuk spesies mikroalga *Chlorella sp.* setelah transesterifikasi yang dikatalisis lipase dengan bantuan ultrasonik disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penetapan spektrum FTIR untuk mikroalga

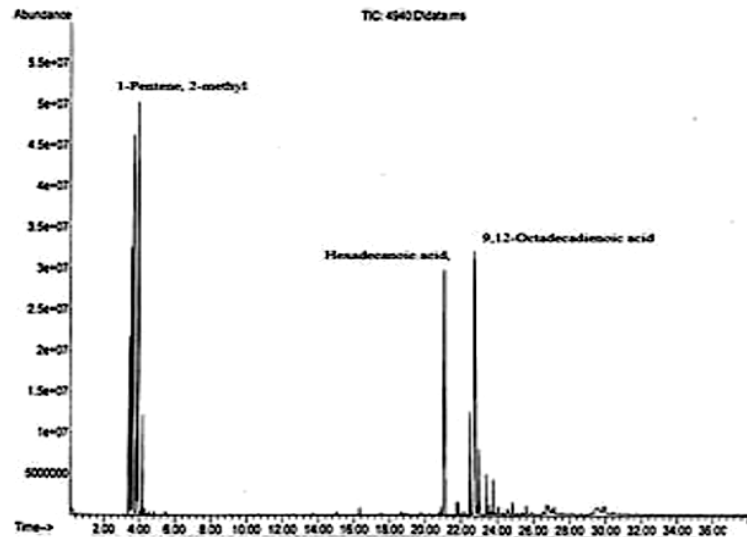
Gugus Fungsi	Penugasan	Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )
Alkana	Vibrasi regangan	2922
Ester	Vibrasi regangan	1741
Alkana	Vibrasi tekuk	1462
Ester, alkohol	Vibrasi regangan	1166

*Stretching vibration* (vibrasi regangan) yaitu getaran yang mengakibatkan perubahan panjang ikatan suatu ikatan. Sedangkan *bending vibration* (vibrasi tekuk) yaitu getaran yang mengakibatkan perubahan sudut ikatan antara dua ikatan.

Daerah dalam spektrum 3000-2800  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya lipid dalam sampel dan disebabkan oleh getaran peregangan simetris dan asimetris dari gugus  $-\text{CH}_2-$ . *Chlorella sp.* menunjukkan puncak transmitansi pada 2922  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya tulang punggung lipid. Secara khusus, puncak antara 1750  $\text{cm}^{-1}$  dan 1735  $\text{cm}^{-1}$  diidentifikasi sebagai ikatan C=O gugus ester terutama dari kandungan lipid dan asam lemak yang dapat menunjukkan konversi minyak menjadi biodiesel. Puncak ikatan ester ditemukan pada 1741  $\text{cm}^{-1}$  untuk biodiesel ini, dan menunjukkan adanya ester dalam FAME yang dianalisis (Mirzayanti dkk., 2020).

Analisis kandungan ester oleh GC untuk menentukan senyawa FAME dalam sampel secara rinci. Menunjukkan komposisi kandungan FAME ester biodiesel yang diperoleh untuk setiap sampel pada suhu yang berbeda. Konsentrasi asam lemak tak jenuh (FA) yang berbeda diamati untuk setiap sampel biodiesel pada suhu operasi yang berbeda. Perlu dicatat bahwa asam palmitat (C 16:0) dan stearat (C 18:0) adalah komponen utama *Chlorella sp.* untuk biodiesel. Persentase asam lemak jenuh dari sampel *Chlorella sp.* bervariasi sekitar 60-75%, sedangkan persentase asam lemak tak jenuh bervariasi sekitar 25-40% dari konten FAME. Kandungan asam palmitat dan stearat diamati meningkat dengan meningkatnya suhu. Persentase tertinggi asam

palmitat untuk biodiesel dari mikroalga serta asam stearat tertinggi untuk *Chlorella sp.* diperoleh pada 45°C (Mirzayanti dkk., 2020).



Gambar 1. Kromatogram GC-MS minyak alga *Chlorella sp.* (Mirzayanti dkk., 2020)

Berdasarkan hasil analisa kromatogram GC-MS didapatkan kandungan asam lemak dan senyawa lainnya dari alga *Chlorella sp.* Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa terdapat asam lemak dan kandungan senyawa lain yang tinggi yaitu pada retensi menit ke 3,9 didapatkan senyawa 1-Pentene, 2-methyl, selanjutnya pada retensi menit ke 21,1 didapatkan kandungan asam lemak yaitu Asam Palmitat sebesar 38,69% area, dan pada retensi menit ke 22,8 didapatkan kandungan asam lemak yaitu Asam Linoleat sebesar 55,01% area (Mirzayanti dkk., 2020).

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa beberapa kandungan asam lemak pada analisa GC-MS yang sesuai dengan komposisi asam lemak dari alga *Chlorella sp.*

Tabel 6. Kandungan Asam Lemak Alga *Chlorella sp.*

Senyawa	Residence Time	%Area
Asam Palmitat	45°C	45,60
	21,1 s	38,69
Asam Linoleat	45 °C	6,56
	22,8 s	55,01
Asam Stearat	45 °C	30,45
	22,9 s	5,95

## KESIMPULAN

Berdasarkan informasi yang telah didapatkan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa metode proses ekstraksi minyak mikroalga jenis *Chlorella sp.* dengan metode ekstraksi soxhlet dapat memisahkan biodiesel dengan mikroalga. Adapun kelebihan

metode soxhlet yaitu proses ekstraksi yang kontinu, sampel terekstraksi oleh pelarut murni hasil kondensasi, membutuhkan jumlah pelarut yang lebih kecil. Serta identifikasi bahan baku biodiesel dengan menggunakan FTIR dan GC-MS dapat diperoleh persentase minyak mikroalga dan kandungan senyawa. Senyawa yang paling dominan yaitu senyawa Asam Linoleat, senyawa Asam Palmitat, yang didominasi oleh senyawa Asam Stearat.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Ibu Dr. Engki A. Kisnarti selaku penguji dari Tugas Mata Kuliah Kapita Selekt. Ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang memberikan dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dalam penyusunan review jurnal ini.

### REFERENSI

- Dyah, S. (2015). Pembuatan biodiesel dari mikroalga *Chlorella sp* melalui dua tahap reaksi in-situ. *Neo Teknika*, Vol.1, No. 1.
- Elystia, S., Darsy, M. S., & Mulia, S. R. (2021). Analisis penambahan bakteri *Azospirillum sp.* terhadap kepadatan sel dan kandungan lipid mikroalga *Chlorella sp.* serta penyisihan n total di limbah cair tahu. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, Vol. 13, No. 2, 120-134.
- Eka, N. Q. (2021). Pembuatan biodiesel dari mikroalga *Coelastrella sp.* menggunakan katalis montmorillonite k-10 pada proses ester. Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Fattah, I. M., Noraini, M. Y., Mofijur, M., Silitonga, A. S., Badruddin, I. A., Khan, T. M., & Mahlia, T. M. I. (2020). Lipid extraction maximization and enzymatic synthesis of biodiesel from microalgae. *Applied Sciences*, Vol. 10, No. 17, 6103.
- Mirzayanti, Y. W., Purwaningsih, D. Y., Faida, S. N., & Istifara, N. (2020). Proses ekstraksi minyak alga *Chlorella sp.* menggunakan metode sokhletasi. *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, Vol. 5, No. 1, Hal: 12-19.