



## Sintesis Biodiesel Dari Minyak Mikroalga *Chlorella Vulgaris* Dengan Reaksi Transesterifikasi Menggunakan Katalis Koh

Catur Rini Widyastuti<sup>1✉</sup>, dan Ayu Candra Dewi<sup>2</sup>

DOI 10.15294/jbat.v3i1.3099

Prodi Teknik Kimia D3, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Article Info

*Sejarah Artikel:*  
Diterima April 2015  
Disetujui Mei 2015  
Dipublikasikan Juni 2015

*Keywords:*  
microalgae, transesterification, biodiesel, Fatty Acid Methyl Ester (FAME), Fatty Acid Ethyl Ester (FAEE).

### Abstrak

Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif yang dianggap mampu menjawab permasalahan kelangkaan bahan bakar minyak. Biodiesel dapat disintesis dari minyak nabati melalui reaksi transesterifikasi. Sumber minyak nabati yang potensial adalah mikroalga yang memiliki produktifitas minyak yang lebih tinggi per satuan luas lahan yang diguwnakan jika dibandingkan dengan tanaman darat. Mikroalga jenis *Chlorella sp* diketahui mengandung komponen lipid cukup tinggi yaitu sebesar 14-22%. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan meliputi ekstraksi minyak mikroalga dengan n-heksana, reaksi transesterifikasi minyak mikroalga dan metanol dengan katalis KOH, dilanjutkan dengan filtrasi untuk memisahkan produk biodiesel dengan gliserol yang terbentuk. Untuk mengetahui kandungan kimia dalam bahan baku dan produk, minyak hasil ekstraksi mikroalga dan biodiesel yang dihasilkan dianalisis dengan GC-MS. Dari hasil uji GC-MS diketahui dua kandungan asam lemak terbesar dalam minyak mikroalga, yaitu Dodecanoic acid sebesar 59.52% dan n-Decanoic acid sebesar 12.64%. Dari proses transesterifikasi, yield biodiesel yang diperoleh sebesar 59.85% dengan densitas 0.88 g/cm<sup>3</sup>. Kandungan kimia biodiesel diketahui terdiri dari senyawa Fatty Acid Methyl Ester (FAME) sebesar 15.4% dan Fatty Acid Ethyl Ester (FAEE) sebesar 21.14%.

### Abstract

*Biodiesel is an alternative energy that are considered able to answer the problem of scarcity of fuel oil, which can be synthesized from vegetable oil through a transesterification process. Microalgae is a potential source of vegetable oil that has a higher oil productivity per unit area compared with terrestrial plants. One of the species of microalgae, Chlorella sp, is known for containing high lipid content from 14 to 22%. The research was conducted by following steps, i.e. extraction of microalgae oil using n-hexane, transesterification reaction between microalgae and methanol using KOH as a catalyst, and filtration to separate the biodiesel product with glycerol. To determine the chemical compound of raw material and product, the extracted microalgae oil and the obtained biodiesel were analyzed using GC-MS. It was known the biggest fatty acid compound were Dodecanoic acid 59.52% and n-Decanoic acid 12.64%. From transesterification process, the obtained biodiesel yield was 59.85% with density of 0.88 g/cm<sup>3</sup>. The chemical compound of biodiesel were fatty Acid Methyl Ester (FAME) 15.4% and Fatty Acid Ethyl Ester (FAEE) 21.14%.*

## PENDAHULUAN

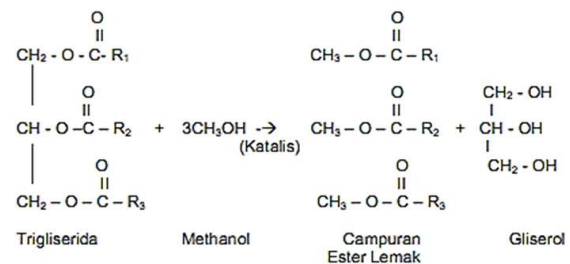
Kelangkaan bahan bakar minyak yang terjadi belakangan ini telah memberikan dampak yang sangat luas di berbagai sektor kehidupan. Sektor yang paling cepat terkena dampaknya adalah sektor transportasi. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi, salah satu caranya dengan mengembangkan bahan bakar alternatif ramah lingkungan seperti biodiesel (Kawaroe, 2012 dan Sofyan, 2012). Biodiesel merupakan bahan bakar minyak dari nabati maupun lemak hewan yang memiliki sifat menyerupai minyak diesel. Biodiesel terdiri dari monoalkil ester yang dapat terbakar bersih. Biodiesel bersifat terbarukan, dapat menurunkan emisi kendaraan, bersifat melumasi dan dapat meningkatkan kinerja mesin. Biodiesel dibuat secara transesterifikasi maupun esterifikasi minyak nabati dengan katalis basa maupun asam sehingga menghasilkan metil ester (Nilawati, 2012 dan Fukuda 2001).

Kebutuhan minyak diesel yang tinggi akan meningkatkan kebutuhan bahan bakunya. Konsep dalam memilih bahan baku biodiesel bukan sebagai pengganti bahan baku yang telah ada, tetapi untuk memenuhi kekurangan bahan baku pembuatan biodiesel (Sulistyo, 2010). Dari sekian banyak potensi alam yang dimiliki oleh Indonesia, mikroalga merupakan mikroorganisme fotosintesis penghasil minyak yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai salah satu alternatif bahan baku pembuatan biodiesel (Ondrey, 2008 dan Chisti, 2007)). Dibandingkan dengan tanaman darat penghasil minyak, mikroalga memiliki produktivitas minyak yang lebih tinggi per satuan luas lahan yang digunakan (Hadiyanto, 2011). Semua jenis mikroalga memiliki komposisi kimia sel yang terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, dan asam nukleat, dengan persentase yang bervariasi tergantung jenis alga. Jenis alga *Chlorella sp* memiliki komponen *fatty acids* sebesar 14-22% (Sofyan, 2012). Komponen *fatty acids* dalam minyak mikroalga ini dapat disintesis menjadi biodiesel (Nilawati, 2012).

Salah satu tantangan dalam penggunaan mikroalga sebagai bahan baku biodiesel adalah proses pengambilan minyaknya yang cukup sulit dan mahal. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mengambil minyak alga diantaranya *Press*, *Hexane Solvent Oil Extraction*, *Supercritical Fluid Extraction*, *Osmotic Shock* dan *Ultrasonic Extraction* (Halim, 2012; Lee J, 2010; dan Sofyan, 2012). Namun tidak semua metode tersebut menghasilkan rendemen minyak yang cukup besar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan un-

tuk mempelajari metode ekstraksi minyak mikroalga yang menghasilkan rendemen yang cukup besar. Selanjutnya, penelitian dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak hasil ekstraksi mikroalga *Chlorella sp* melalui reaksi transesterifikasi

Transesterifikasi merupakan reaksi antara lemak/minyak nabati dengan alkohol membentuk ester dan gliserol. Karena reaksi ini merupakan reaksi reversibel, maka diperlukan alkohol berlebih untuk menggeser kesetimbangan ke arah produk. Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester dapat dilihat pada Gambar 1 (Nilawati, 2012).



**Gambar 1.** Reaksi Transesterifikasi dari Trigliserida dan Alkohol

Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang berjalan lambat sehingga diperlukan katalis untuk mempercepat reaksinya (Sari, 2011). Pada penelitian ini akan dikaji kualitas biodiesel yang dihasilkan dari minyak mikroalga melalui reaksi transesterifikasi dengan metanol yang dikatalisis dengan KOH.

## METODE

**Bahan penelitian.** Mikroalga *Chlorella sp* yang diperoleh dari Balai Budidaya Air Payau Jepara, pelarut n-Heksana, dan metanol.

**Prosedur penelitian.** Ekstraksi minyak mikroalga dilakukan dengan dua metode, yaitu maserasi dan metode sokhlet menggunakan pelarut n-Heksana. Pada proses maserasi, mikroalga *Chlorella sp.* kering sebanyak 40 gram ditempatkan pada erlenmeyer, kemudian ditambahkan pelarut n-Heksane sebanyak 150 mL. Proses pengadukan dilakukan dengan orbital shaker selama 450 menit. Kemudian campuran disaring untuk memisahkan filtrat dan residu. Untuk mengambil komponen minyak dari filtrat dilakukan dengan distilasi. Pada proses ekstraksi dengan sokhlet, jumlah bahan yang digunakan sama seperti dengan proses maserasi. Namun, pada proses ini ekstraksi dilakukan dalam ekstraktor sokhlet yang beroperasi pada suhu 70 °C. Minyak hasil ekstraksi diuji dengan GC-MS untuk mengeta-

hui kandungan asam lemaknya. 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. Kandungan air dievaporasi sampai berat larutan stabil, kemudian dihitung rendemen biodiesel yang dihasilkan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Rendemen Minyak**

Proses ekstraksi minyak mikroalga *Chlorella* sp. dilakukan dengan 2 metode yaitu maserasi dan ekstraksi sokhlet. Perbedaan variabel dari kedua metode tersebut disajikan pada Tabel 1, sedangkan hasil yang diperoleh disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Metode dan Variabel Ekstraksi Minyak Mikroalga

Variabel	Metode	Maserasi	Sokhletasi
Jenis Pelarut		n-Heksana	n-Heksana
Jumlah Pelarut (mL)		150 mL	150 mL
Massa Sampel (gram)		40 gram	40 gram
Suhu (°C)		30 °C	70-75 °C
Waktu (menit)		450 menit	47 siklus

**Tabel 2.** Perbandingan Hasil dari Dua Metode Ekstraksi Mikroalga

Metode Ekstaksi	Rendemen Minyak (%)
Sokhletasi pelarut n-heksana	6,9
Maserasi pelarut n-heksana	15,775

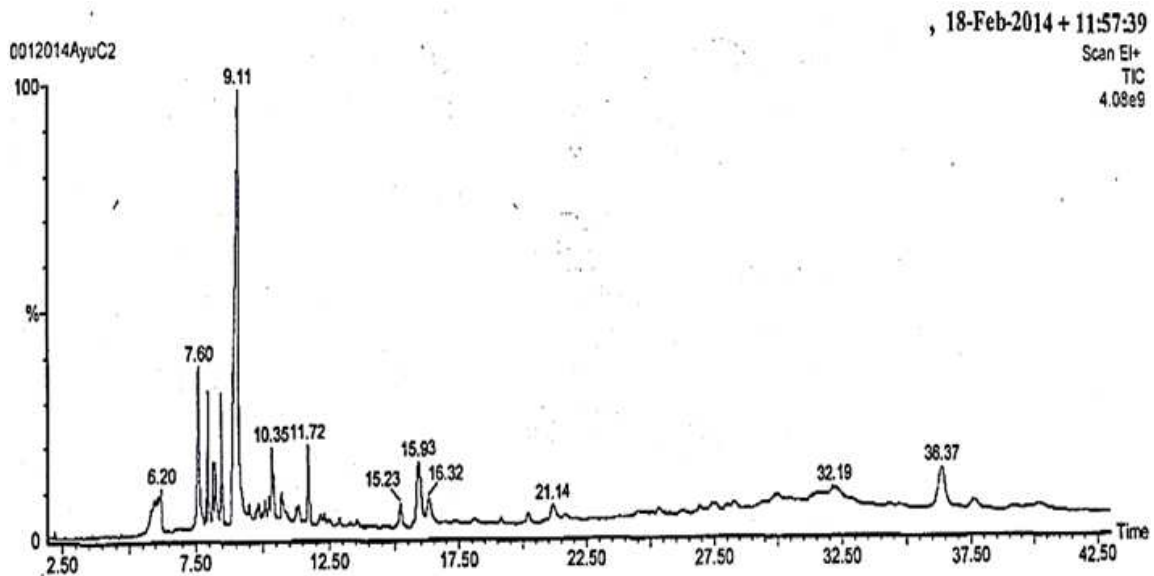
Dari Tabel 2 terlihat bahwa metode maserasi dengan pelarut n-Heksana lebih efektif untuk mengekstrak minyak dari mikroalga dibandingkan metode sokhletasi. Metode maserasi memungkinkan terjadinya kontak yang lebih besar antara pelarut dengan minyak yang terkandung dalam mikroalga.

**Hasil Uji GC-MS dari Minyak Mikroalga *Chlorella* sp.**

Uji GC-MS digunakan untuk mengetahui kandungan senyawa kimia dari minyak mikroalga *Chlorella* sp. Hasil analisa kromatogram minyak mikroalga *Chlorella* sp. menggunakan GC-MS dapat dilihat pada Gambar 2.

Analisa kromatogram yang diperoleh pada Gambar 2 menunjukkan adanya 8 senyawa yang terkandung dalam minyak mikroalga *Chlorella* sp., seperti yang telah tersaji dalam Tabel 3.

Dari hasil analisis yang disajikan pada Tabel 3 diketahui kandungan asam lemak yang paling besar adalah *Dodecanoic acid* (Asam laurat) dan *n-Decanoic acid* (Asam kaprat).



**Gambar 2.** Kromatogram Minyak dari Mikroalga *Chlorella* sp.

**Tabel 3.** Analisa Kromatogram Puncak Minyak Mikroalga *Chlorella* sp.

Waktu Retensi	Konsentrasi (%)	Komponen
7.596	12,64	<i>n-Decanoic acid</i>
7.936	3,26	<i>Azulene</i>
8.196	2,31	<i>7-Methanoazulene</i>
8.441	4,68	<i>Azulene</i>
9.106	59,52	<i>Dodecanoic acid</i>
10.347	4,53	<i>2-Cyclohexen-1-one</i>
11.722	4,61	<i>Lauric acid α-monoglyceride</i>
15.929	8,45	<i>Lauric acid β-monoglyceride</i>

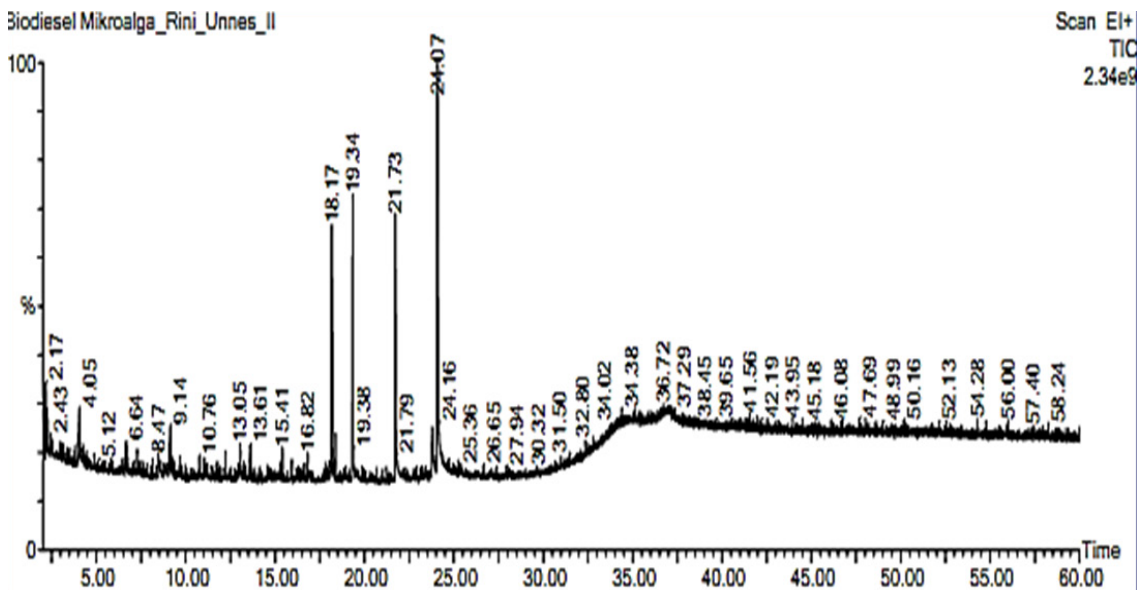
reaktor pada suhu 60 °C. Karena reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang berjalan lambat (Sari, 2012), penambahan katalis KOH merupakan faktor yang penting. Seperti yang diusulkan Nilawati (2012), reaksi transesterifikasi dengan katalis KOH menghasilkan rendemen metil ester yang tinggi dengan waktu yang relatif cepat. Pada reaksi transesterifikasi yang dilakukan, rasio molar minyak terhadap metanol sebesar 1:6 menghasilkan yield biodiesel sebesar 59,85%. Biodiesel yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Biodiesel Hasil Transesterifikasi Mikroalga *Chlorella* sp.

**Transesterifikasi Minyak Mikroalga *Chlorella* sp. dengan Katalis KOH**

Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan merefluks campuran minyak dan metanol dalam



**Gambar 3.** Kromatogram Biodiesel dari Mikroalga *Chlorella* sp.

**Tabel 4.** Komponen Kimia Biodiesel dari Minyak Mikroalga *Chlorella* sp.

Waktu Retensi	Area (%)	Komponen
4.054	6.39	3 Methyl Butanoic acid
18.170	15.4	1-Benzoxirene, 5a-[3-oxo-1-butenyl]perhydro-2-hydroxy-1a,5,5-trimethyl- Acetate
19.340	18.67	5-Isopropyl-6-methyl-hepta-3,5-dien-2-ol
21.726	21.14	n-Hexadecanoic acid
24.072	38,39	Octadecanoic acid, 2-(2-hydroxyethoxy)ethyl ester



### Hasil Uji Biodiesel dari Minyak Mikroalga *Chlorella sp.*

Dari hasil uji yang dilakukan, densitas biodiesel dari minyak mikroalga *Chlorella sp.* adalah  $0,88 \text{ g/cm}^3$ , dimana nilai densitas ini memenuhi salah satu syarat SNI. Sementara untuk mengidentifikasi senyawa yang terdapat dalam biodiesel dilakukan analisis menggunakan GC-MS, dengan hasil kromatogram yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Analisa kromatogram yang diperoleh pada Gambar 3 menunjukkan adanya 5 puncak tertinggi senyawa yang terkandung dalam biodiesel dari minyak mikroalga *Chlorella sp.*, seperti yang telah tersaji dalam Tabel 4.

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa dua kandungan terbesar dalam biodiesel yang dihasilkan dari minyak mikroalga *Chlorella sp* dari percobaan ini adalah Octadecanoic acid, 2-(2-hydroxyethoxy)ethyl ester sebesar 38,39% yang merupakan FAEE (*Fatty Acid Ethyl Ester*), dan senyawa 1-Benzoxirene, 5a-[3-oxo-1-butenyl] perhydro-2-hydroxy-1a,5,5-trimethyl-Acetate sebesar 15,4% yang merupakan FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*).

### SIMPULAN

Dari percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ekstraksi minyak mikroalga dengan metode maserasi dengan pelarut n-Heksana menggunakan *Orbital Shaker* menghasilkan rendemen minyak yang paling besar, yaitu 15,775%.
2. Hasil uji GC-MS minyak mikroalga *Chlorella sp.* menunjukkan 2 komponen terbesar yaitu Dodecanoic acid dan n-Decanoic acid sebesar 59,52% dan 12,64%.
3. Dari reaksi transesterifikasi minyak mikroalga dengan metanol menggunakan katalis KOH diperoleh yield biodiesel sebesar 59,85%.
4. Hasil uji GC-MS biodiesel yang diperoleh menunjukkan komponen terbesar adalah Octadecanoic acid, 2-(2-hydroxyethoxy)

ethyl ester sebesar 38,39% yang merupakan FAEE (*Fatty Acid Ethyl Ester*).

5. Biodiesel yang dihasilkan memiliki densitas  $0,88 \text{ g/cm}^3$ , yang memenuhi salah satu syarat SNI.

### DAFTAR PUSTAKA

- Chisti, Y., *Biodiesel from Microalgae*. Biotechnology Advances, 2007. **25**: p. 294-306.
- Fukuda H, K.A., Noda A, *Biodiesel fuel production by transesterification of oils*. J Biosci Bioeng, 2001. **92**: p. 16-405.
- Hadiyanto. 2011. *Valorisasi Mikroalga Untuk Sumber Bioenergi dan Pangan Sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan dan Energi di Indonesia*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Lee J.-Y., Yoo C., Jun S.-Y., Ahn C.-Y., Oh H.-M. 2010. *Comparison of several methods for effective lipid extraction from microalgae*. Bioresource Technology. 101.S75-S77
- Kawaroe, Mujizat., Rachmat, Ayi., Haris, Abdul. 2012. *Optimalisasi Seleksi Spesies Mikroalga Potensial Penghasil Minyak Mikroalga Untuk Menunjang Keayakan Ekonomi Produksi Biodiesel*. Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi LPPM IPB.
- Nilawati, Destya. 2012. *Studi Awal Sintesis Biodiesel dari Lipid Mikroalga Chlorella vulgaris Berbasis Medium Walne melalui Reaksi Eserifikasi dan Transesterifikasi*. Skripsi Universitas Indonesia.
- Ondrey, G., *Commercial production and debut of a new solid-acid catalyst for making biodiesel*. Chemical Engineering, 2008. **115**(2): p. 12.
- Halim, R., Michael K. Danquah, Paul A. Webley. 2012. *Extraction of oil from microalgae for biodiesel production: A review*, Biotechnology Advances, Volume 30, Issue 3, May–June 2012, Pages 709-732.
- Sari, Fresty Anita. 2011. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (Terminalia catappa L.) Menggunakan Katalis KOH*. Universitas Negeri Semarang.
- Sofyan, Putra. 2012. *Panduan Membuat Sendiri Bensin & Solar*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta.
- Sulistyo, Joko. 2010. *Eksplorasi Sumber Daya Mikroba Penghasil Lemak Sel Tunggal Untuk Pengembangan Bioenergi Alternatif Berbasis Biodiesel dan Biometan*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).