

## Biodiesel dari Crude Fish Oil (CFO) dengan Katalis Heterogen CaO dari Cangkang Kerang Darah

Wiki Aditya Putra\*, Ayu Nabella Precy Amalita, Bambang Wahyudi

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60294, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: wikiaditya31@gmail.com

Received 20 April 2020; Accepted 30 Desember 2020; Available online 31 Mei 2021

### Abstrak

*Biodiesel merupakan energy alternatif yang ramah lingkungan. Pada Penelitian ini dibuat biodiesel dari minyak ikan off-grade dengan menggunakan metode esterifikasi dan metode trans-esterifikasi. Metode esterifikasi menggunakan pereaksi methanol dan katalis  $H_2SO_4$  untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dalam bahan baku sedangkan metode transesterifikasi menggunakan methanol dan katalis CaO berfungsi sebagai katalis membentuk ester dan gliserol. Penelitian ini bertujuan untuk membuat biodiesel dari minyak ikan off-grade menggunakan proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan katalis CaO, penelitian ini juga bertujuan untuk mencari pengaruh variabel suhu dan berat katalis CaO dari cangkang kerang darah terhadap kualitas biodiesel. Pada esterifikasi, minyak ikan off-grade direaksikan dengan metanol dan katalis  $H_2SO_4$  untuk menurunkan kadar asam lemak bebas. kemudian pada transesterifikasi direaksikan dengan methanol dan katalis CaO hasil kalsinasi 800 OC sesuai variabel. Hasil analisa menunjukkan yield biodiesel tertinggi diperoleh pada pada berat katalis CaO 15% dan temperature 60°C sebesar 52,4% , yield biodiesel pada kondisi suhu 60 C dan berat katalis 25% dengan karakteristik yaitu titik nyala 115,8 OC , massa jenis 0,865 Kg/m<sup>3</sup>, angka asam 0,51 mgKOH/g, viskositas 2,38 dan angka cetane 46,6. Diperoleh karakteristik biodiesel yang memenuhi syarat SNI dan ASTM.*

**Kata kunci:** biodiesel; energialternatif; esterifikasi; trans-esterifikasi; minyak ikan off-grade.

### Abstract

*Biodiesel is an eco-friendly alternative energy as a replacement of solar. This study investigate biodiesel production from uses esterification and trans-esterification methods. Esterification uses methanol as reactant and  $H_2SO_4$  to decrease the free fatty acid in feed, conversely, transesterification method uses methanol and CaO as catalyst to form ester and glycerol. This research is done to make biodiesel made of off-grade fish oil using esterification and trans-esterification methods with CaO, to discover the impact of temperature and the weight of CaO catalyst from blood clams onto the quality of biodiesel. In esterification method, off-grade fish oil reacts with methanol and CaO catalyst to decrease the free fatty acids. And then in the trans-esterification method, it is reacted with methanol and CaO catalyst calcinated at 800°C as variables. The analytical results show that the yield of biodiesel obtained at CaO catalyst 15% and temperature 60°C is 52,4%, yield of biodiesel at temperature 60°C and CaO catalyst 25% with characteristic, the flash point is at 115,8°C, the density is 0,865 Kg/m<sup>3</sup>, the acid number is 0,51 mg KOH/g, the viscosity is 2,38, and the cetane number is 46,6. The characteristics of biodiesel obtained has met the standard of SNI and ASTM.*

**Key words:** biodiesel; alternatif energy; esterification; trans-esterification; crude fish oil off-grade

### PENDAHULUAN

Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak tumbuhan maupun hewan dengan mengubah asam lemak (trigliserida) menjadi methyl ester. Methyl ester merupakan komponen penyusun biodiesel.

Menurut Erning praja, dkk [1] Pengembangan biodiesel berdampak berdampak positif bagi lingkungan. Biodiesel memiliki keunggulan antar lain dapat menekan polusi, meningkatkan efisiensi mesin, tidak mengandung toksin atau racun dan dapat dioperasikan pada musim dingin (-20°C. Biodiesel dapat

digunakan dengan mudah karena dapat bercampur dengan segala komposisi dengan minyak solar, dapat diaplikasikan pada mesin diesel yang ada hampir tanpa modifikasi karena memiliki sifat fisik yang mirip solar, dapat terdegradasi dengan mudah (*biodegradable*), 10 kali tidak beracun dibanding minyak solar, memiliki angka setana yang lebih baik dari minyak solar, tidak mengandung sulfur serta senyawa aromatic sehingga emisi pembakaran yang dihasilkan ramah lingkungan. Proses produksi biodiesel tidak menuntut teknologi yang tinggi dan mahal. Untuk mendapatkan mutu biodiesel yang baik selain diperlukan ketepatan kondisi operasi. Selain itu, juga teknologi yang hemat energy Mulyadi, dkk [8]. Menurut Prakoso [10] Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang dapat diproduksi dari minyak hewani maupun nabati.

Keunggulan Indonesia sebagai negara maritim memiliki sumber daya alam Indonesia yang melimpah dapat dijadikan sumber energi terbarukan. Produksi dan pengolahan produk ikan di Indonesia cukup besar menyebabkan dampak limbah lingkungan semakin tinggi. Volume limbah pengalengan ikan di Muncar, Banyuwangi mencapai 50-60 ton perbulan. Menurut Juliati [6] Kandungan minyak ikan pada limbah ikan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan (*renewable*). Trigliserida merupakan asam lemak berantai panjang (C12 sampai C24) dan gliserol, merupakan penyusun utama lemak hewan dan nabati.

Pada era ini, pengolahan biodiesel pada skala komersial menggunakan katalis. Penggunaan katalis berfungsi untuk mempercepat reaksi dengan menurunkan energi aktivasi (*activation energy*) dan tidak mengubah kesetimbangan reaksi. Untuk mencapai hasil (*yield*) digunakan katalis.

Katalis basa heterogen menawarkan kemudahan yakni tidak perlu proses netralisasi untuk menghilangkan sisa katalis, pengadukan tinggi untuk homogenisasi dan tidak menimbulkan sabun pada bahan baku mengandung asam lemak bebas tinggi. Menurut Nurhayati, dkk [9] penggunaan katalis basa heterogen CaO pada transesterifikasi biodiesel memperoleh hasil sesuai Standart Nasional Indonesia pada kecepatan pengadukan 200 rpm, suhu reaksi 60°C selama 3 jam. Menurut Indah, dkk [5] CaO merupakan oksida basa kuat yang memiliki aktivitas katalitik tinggi sehingga dapat digunakan sebagai katalis untuk pembuatan biodiesel. Kelebihan lainnya kondisi reaksi rendah, masa katalis yang lama dan biaya katalis yang rendah. Terdapat potensi penggunaan cangkang kerang darah karena limbah cangkang kerang darah (*anadara granosa*) memiliki kandungan mineral yang tinggi yakni kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) dan berpotensi sebagai sumber katalis heterogen untuk produksi biodiesel. Cangkang kerang darah diubah menjadi serbuk dan terurai menjadi CaO melalui proses kalsinasi. Kalsinasi dilakukan untuk menguraikan CaCO<sub>3</sub> yang terdapat pada cangkang kerang darah menjadi CaO. Menurut Asnibar [1] komposisi cangkang kerang darah dikalsinasi pada suhu 800°C selama 10 jam memiliki kadar CaO yang tinggi yaitu sebesar 99,14% dari %berat.

Biodiesel dapat diolah dengan proses esterifikasi dan proses transesterifikasi. Proses esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester dengan mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Menurut Soerawidjaja [11] penggunaan asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis yang dapat digunakan. Pada tahap esterifikasi penggunaan katalis asam baik digunakan untuk kandungan asam lemak bebas dan

kandungan air yang tinggi pada bahan. Menurut Kurniasih [7] tahapan sesterifikasi bertujuan untuk menurunkan asam lemak bebas karena produksi biodiesel asam lemak bebas harus kecil dari 2%. Proses transesterifikasi merupakan reaksi antara lemak/minyak dengan alkohol membentuk ester dan gliserol. Pada reaksi ini merupakan reaksi *reversible*, maka digunakan alkohol berlebih untuk menggeser kesetimbangan kearah produk.

Dalam penelitian ini, kami mengaplikasikan metode kombinasi menggunakan proses esterifikasi dan proses transesterifikasi dengan katalis CaO dari cangkang kerang darah terhadap kuantitas dan kualitas *yields* biodiesel. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat biodiesel dari *crude fish oil* dengan proses esterifikasi dan proses transesterifikasi, untuk mengetahui pengaruh variasi suhu dan erat katalis pada prsoes transesterifikasi menggunakan katalis basa heterogen CaO, untuk mencari kondisi optimal suhu dan berat katalis terhadap kualitas dan kuantitas biodiesel.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan utama yang digunakan yaitu minyak ikan off-grade berasal dari pengolahan limbah pengalengan ikan desa Muncar Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur, methanol 98%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berasal dari toko kimia Klampis Jaya Surabaya, Kalsium Oksida (CaO) dari cangkang kerang darah anadara hasil kalsinasi furnace 800 °C selama 5 jam

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah labu leher tiga, pendingin balik, motor pengaduk, termostas, komporlistrik, klem, statif, dan corong pemisah



**Gambar I.** Rangkaian Alat Esterifikasi dan Transesterifikasi

### Prosedur

Penelitian dilakukan dalam 4 tahap yaitu tahap esterifikasi, tahap pemisahan produk esterifikasi, tahap transesterifikasi, tahap pemisahan dan pemurnian produk transesterifikasi. Tahap esterifikasi bertujuan untuk menurun kadar

#### 1. Tahap esterifikasi

Minyak ikan off-grade direaksikan dengan methanol 12%-b dan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1%-b pada reactor esterifikasi. Proses dilakukan secara batch dan pada pemanasan 60 °C dengan kecepatan pengadukan 250rpm selama 60 menit.

#### 2. Tahap Pemisahan Produk Esterifikasi

Filtrat hasil esterifikasi dimasukkan dalam corong pemisah selama 1 jam. Setelah terbentuk 2 lapisan yaitu lapisan atas campuran H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan metanol sisa reaksi dan lapisan bawah campuran metil ester dengan trigliserida. Diambil apisan bawah dan analisa kandungan asam lemak bebas.

#### 3. Tahap Transesterifikasi

Apabila kandungan asam lemak bebas dibawa 2% dilanjutkan transesterifikasi dengan katalis CaO hasil kalsinasi 800 °C masing-masing sebanyak 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% (%w) pada suhu masing-masing 45°C, 50°C, 55°C, 60°C, dan 60°C selama 30 menit. Endapan katalis dipisahkan dari filtrate.

#### 4. Tahap Pemisahan dan Pemunian Produk Transesterifikasi

Filtrat transesterifikasi dipisahkan dalam corong pemisah hingga terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas terdiri dari crude biodiesel dan metanol sisa reaksi dipisahkan dari lapisan bawah terdiri dari gliserol. Crude biodiesel dan metanol disahkan dalam oven 105°C selama 60 menit. Menghitung yield biodiesel:

$$Yield = \frac{\text{berat produk}}{\text{berat bahan baku}} \times 100\%$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kandungan asam lemak bebas

Pada penelitian menggunakan minyak ikan *off-grade* yang didapatkan dari Muncar, Banyuwangi dimana memiliki kandungan asam lemak bebas sebesar 7,29%. Pada tahap esterifikasi, asam lemak dikonversikan menjadi metil ester menggunakan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. pada proses esterifikasi diperoleh kandungan asam lemak bebas sebesar 0,045%. Menurut Kurniasih [7] tahapan sesterifikasi bertujuan untuk menurunkan asam lemak bebas karena produksi biodiesel asam lemak bebas harus kecil dari 2%.

Tabel 1. Tabel hubungan suhu dengan berat katalis CaO.

Suhu (°C)	Berat katalis CaO (%)				
	5	10	15	20	25
45	45,86	45,9	45,95	45,77	44,01
50	46,83	46,83	47	45,95	44,81
55	48,58	48,63	48,76	46,56	46,48
60	51,48	51,75	52,54	51,22	49,99
65	49,37	49,55	45,7	42,87	42,55

Dari tabel hubungan suhu dan berat katalis CaO dengan volume *crude fish oil off-grade*, terlihat perolehan yield biodiesel akan semakin meningkat pada suhu 60°C dan menurun pada suhu 65°C. *Yields* biodiesel

akan semakin meningkat pada penambahan berat katalis 5%,10% dan 15%, tetapi akan cenderung menurun pada penambahn katalis 20% dan 25%. Menurut Indah, dkk [5] CaO merupakan oksida basa kuat yang memiliki aktivitas katalitik tinggi sehingga dapat digunakan sebagai katalis untuk pembuatan biodiesel.

Menurut Hayyan, dkk [3] suhu yang tinggi mempengaruhi reaksi dengan meningkatkan energy kinetic selama proses reaksi. Peningkatan suhu memberikan energi molekul untuk bergerak cepat sehingga dapat memecahkan ikatan karbon dalam trigliserida dengan bantuan alkohol dan katalis. Kenaikan suhu juga mempengaruhi energi kinetis yang dimiliki oleh molekul. Pada tabel didapatkan yields terbesar pada suhu 60°C dan berat katalis CaO 15% yaitu sebesar 52,54. Bila suhu digunakan melebihi titik didih normal methanol maka akan menyebabkan penguapan dan konversi biodiesel menurun.

Menurut Hui [4] proses transesterifikasi akan berlangsung lebih cepat bila suhu dinaikkan mendekati titik didih alkohol yang digunakan. Pada penggunaan katalis didapatkan *yield* biodiesel tertinggi pada 15% karena apabila katalis ditingkatkan maka jumlah molekul yang bertumbukan akan semakin meningkat dan menurun apabila penambahan katalis berlebih menyebabkan katalis terakumulasi di dinding reactor dan mempengaruhi kesestimbangan reaksi.

#### 1. Hasil Analisa Karakteristik Angka Cetane

Angka cetane merupakan persen volume dari cetane dalam campuran cetane dan alpha-metyl apthalene yang mempunyai mutu penyalaan yang sangat baik sedangkan alpha-metyl apthalene mempunyai mutu penyalaan yang buruk.

**Tabel 2.** Tabel hubungan suhu dan bera katalis CaO.

Suhu (°C)	Beart Katalis CaO (%)				
	5	10	15	20	25
45	31,8	32,4	34,1	35,2	35,3
50	34,6	36	37,2	38,3	38,3
55	40,5	41,2	42,6	43,1	43,3
60	43,6	44,5	46,1	46,5	46,6
65	44,1	44,6	46	46,2	46,3

Pada Tabel 2 didapatkan angka cetane terbaik pada suhu 60°C dan berat katalis CaO 25% sebesar sbesar 46,6 . pada bilangan cetane 46,6 menunjukkan bahan bakar cetana dengan campuran yang terdiri atas 46,6% cetana dan 53,4% alpha-metyl apthalene. Semakin rendah bilangan cetane maka semakin rendak kualitas penyalaankarena memerlukan suhu penyalaan yang lebih tinggi.

## 2. Hasil Perbandingan Karateristik Biodiesel

**Tabel 3.** Tabel hasil analisa karakteristik biodiesel pada suhu 60°C dan berat katalis 25%

Parameter (Metode)	Hasil uji	
	Biodiesel CFO off-grade	Biodiesel SNI 7182:2015
Titik nyala, )C (ASTM DD39)	115,8	Min 100
Massa Jenis, Kg/m <sup>5</sup> (Gravimetri)	0,865	0,85-0,89
Angka Asam, mgKOH/g (Titimetri)	0,51	Maks 0,8
Viskositas, cst (ASTM D445)	2,38	2,3-6,0

Hasil penelitian menunjukkan karakteristik biodiesel dari crude fish oil off-grade telah memenuhi SNI 7182:2015.

## SIMPULAN

Kadar asam lemak bebas pada proses esterifikasi *crude fish oil* turun dari 7,29% menjadi 0,045%. *Yields* biodiesel tertinggi didapat pada berat katalis CaO 25% temperature 60°C yaitu sebesar 52,54%. Biodiesel dapat pada proses esterifikasi dan proses transesterifikasi secara kualitas telah memenuhi standart SNI 7182:2015 (viskositas,densitas,titik nyala dan angka asam) kecuali angka *cetane*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asbinar, S. 2014. Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Untuk Produksi Biodiesel Dengan Katalis CaO Dari Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Kalsinasi 800 oC. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru.
- [2] Erningpraja, L dan Dradjat, B. 2006. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. ISSN 0216-4427. 28 (3).
- [3] Hayyan, A., Alam, Md.Z., Mirghani, M.E.S., Kabbashi, N.A., Hakimi, N.I.N.M, Siran, Y.M., dan Tahiruddin, S. 2010. sludge palm oil as a renewable raw material for biodiesel production by two-step processes. *Bioresources Technology* **101**: 7804-7811.
- [4] Hui, Y. H., 1996, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Oilseed product*. 5<sup>ed</sup>, 2 New York. John Wiley and Son Company Pub.
- [5] Indah.S., T., Summa, M.S.A., dan Sari, A.K. 2011. Katalis basa heterogen campuran cao dan sro pada reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit. *Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3*.
- [6] Juliati, Br. et. al., *Ester Asam Lemak*, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara, Medan.

- [7] Kurniasih, E. 2013. Produksi Biodiesel Dari Crude Palm Oil Melalui Reaksi Dua Tahap. *Laporan Hasil Penelitian*. Program Studi Teknik Kimia. Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh.
- [8] Mulyadi, E., Wahyudi, B., dan Trianna, W.T., 2009, *Crude Fish Oils Transesterification in an Oscillatory Reactor*, Proceeding of Soebardjo Brotohardjono seminar Waste Based Energy and Chemicals
- [9] Nurhayati, Muhdarina, dan Wiji Utami. 2013. Mollusk shell waste of *anadara granosa* as a heterogeneous catalyst for the production of biodiesel. *Prosiding Seminar Nasional Kimia UGM*, Yogyakarta, ISSN : 2338-2368. **1** (1): 36-40
- [10] Prakoso, Tirto, 2003, *Potensi Biodiesel Indonesia*. Laboratorium Termofluida dan Sistem Utilitas, Departemen Teknik Kimia ITB, Bandung.
- [11] Soerawidjaja, T., (2006), *Fondasi-fondasi Ilmiah dan Keteknikan dari Teknologi Pembuatan Biodiesel*, Handout Seminar Nasional Biodiesel sebagai Energi Alternatif Masa Depan, UGM Yogyakarta