

# Pembuatan Biodiesel Berbahan Baku CPO Menggunakan Reaktor Sentrifugal dengan Variasi Rasio Umpan dan Komposisi Katalis

Ardago Lengga Muda Siregar<sup>1</sup>, Idral<sup>2</sup>, Zultiniar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru 28293  
<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru 28293  
Telp./Fax. 085278806520; [ardago\\_lengga@yahoo.co.id](mailto:ardago_lengga@yahoo.co.id)

## ABSTRACT

*One of many sources of alternative fuel is biodiesel . Biodiesel production cost is still quite expensive, it need a technology to reduce thecost of biodiesel production . Centrifugal reactor technology is one of the alternative technology of biodiesel production, which is very likely to be developed .Study of biodiesel production using palm oil as the feedstock, methanol as the reagent, and NaOH as catalyst.This research use centrifugal reactor as the reactor, which has a pre-heater for feed, feed tank and pumps. The study was conducted at the reaction temperature of 60°C with a residence time in the reactor for 2 hours . CPO mixture , methanol , and a catalyst in the feed the reactor with variation in the molar methanol : CPO ( 3:1 , 6:1 , 9:1 , 12:1 ) and the variation of the composition of the catalyst ( 0.5, 0.75, 1 % - w ) . From the results of the study showed that the molar ratio and catalyst composition affects the speed of the reaction to reach equilibrium reaction . The results showed biodiesel using centrifugal reactor reaches a yield of 92.6 % under the conditions of 9:1 molar ratio with 0.75 %-w catalyst . Characteristics of biodiesel produced in the form of viscosity , density , acid number , and flash point of biodiesel are qualified as Indonesian standards of Biodiesel.*

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan energi terus bertambah seiring dengan perkembangan industri dan juga pertambahan penduduk di dunia. Sumber energi utama yang digunakan saat ini sebagian besar bersumber dari fosil antara lain minyak bumi, gas alam dan batubara. Konsumsi bahan bakar terbesar digunakan untuk sektor industri dan transportasi. Saat ini harga minyak mentah dunia terus meningkat. Banyak negara, terutama Indonesia, mengalami masalah kekurangan bahan bakar minyak (dari bahan bakar fosil) untuk negaranya sendiri. Indonesia, khususnya, telah mengimpor bahan bakar minyak (terutama bahan bakar

diesel/solar) untuk kebutuhan negara dengan jumlah yang cukup besar [Destiana, 2007].

Cadangan energi fosil Indonesia sudah sangat terbatas, cadangan minyak hanya cukup untuk 18 tahun, gas untuk 60 tahun dan batu bara untuk 150 tahun. Berdasarkan data dari Sekretariat Panitia Teknis Sumber Energi, (2006), distribusi penggunaan sumber energi nasional untuk Bahan Bakar Minyak (BBM) sebesar 60%, gas 16%, batubara 12%, listrik 10% dan LPG 1% dari total 606,13 juta SBM (setara bahan bakar minyak). Keadaan ini memacu Indonesia untuk mencari dan memanfaatkan potensi sumber-sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif yang dikembangkan di Indonesia antara lain dari *Crude Palm Oil*

(CPO), *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD), dll [Prihandana, 2007].

Minyak solar yang merupakan salah satu komponen BBM yang paling banyak dikonsumsi juga mengalami kecenderungan yang sama. Konsumsi solar terus meningkat dengan laju 5% per tahun dan pada tahun 2006 diperkirakan mencapai 28,6 juta kiloliter. Di sisi lain, produksi dalam negeri hanya dapat memenuhi 75% dari kebutuhan tersebut atau sekitar 21,45 juta kiloliter. Defisit tersebut diperkirakan akan terus meningkat sama seperti defisit yang dialami total minyak mentah Indonesia [Susila, 2008].

Seiring dengan penggunaan bahan bakar fosil yang terus meningkat, akhir-akhir ini banyak dicari alternatif-alternatif lain untuk meminimalisir penggunaan bahan bakar energi fosil yang jumlah cadangan tersedia semakin menipis. Salah satu sumber bahan bakar alternatif adalah biodiesel. Biodiesel merupakan solusi yang paling tepat untuk menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi transportasi utama dunia, karena biodiesel merupakan bahan bakar terbarui yang dapat menggantikan diesel petrol pada mesin dan dapat diangkat serta dijual dengan menggunakan infrastruktur sekarang ini.

Potensi pengembangan biodiesel Indonesia cukup besar karena disamping sebagai penghasil CPO terbesar di dunia, Indonesia juga memiliki banyak spesies tanaman yang minyaknya dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel [Soerawidjaja et al. 2005].

Akan tetapi, untuk menggunakan teknologi dalam pembuatan biodiesel tersebut mengeluarkan biaya peralatan dan pengolahan yang masih mahal. Untuk itu perlu inovasi-inovasi baru untuk mendapatkan biodiesel dengan harga yang relatif murah agar dapat menghindari masalah kelangkaan energi fosil. Produksi biodiesel dapat ditingkatkan dengan

teknologi intensifikasi proses. Masing-masing teknologi memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi biaya operasional proses. Salah satu teknologi alternatif yang berkembang saat ini adalah reaktor sentrifugal. Reaktor sentrifugal merupakan salah satu teknologi intensifikasi proses karena mengintegrasikan reaksi dan pemisahan sentrifugal ke dalam 1 unit alat. Dalam alat ini terdiri dari zona pencampuran dan zona memisahkan. Reaktor berputar secara cepat dalam sebuah silinder stasioner. Reaktor ini dapat mencampurkan dua fasa dengan baik serta dapat melakukan proses pemisahan secara sekaligus dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Oleh karenanya pembuatan biodiesel dari bahan baku CPO dengan menggunakan reaktor sentrifugal merupakan sebuah tantangan.

## **2. Metodologi**

### **2.1 Persiapan Bahan Baku**

Dalam persiapan bahan baku, dilakukan analisa bahan baku yaitu, analisa asam lemak bebas, untuk mengetahui kesempurnaan reaksi. Kemudian CPO yang digunakan akan dipanaskan terlebih dahulu dalam bejana hingga suhunya mencapai 60°C, ini bertujuan supaya CPO mencair, dan juga untuk menyesuaikan dengan kondisi temperatur didalam reaktor. Pada tahap ini dilakukan dengan kondisi temperatur 60°C dengan waktu reaksi selama 2 jam dengan variasi rasio umpan 1:3, 1:6, 1:9, 1:12 dan komposisi katalis 0,5; 0,75; 1 %

### **2.2 Pembuatan Biodiesel**

Pelaksanaan pembuatan biodiesel dari CPO dilakukan dengan tinjauan variabel konsentrasi katalis, dan rasio molar umpan. Hasil yang ingin diperoleh dari percobaan pembuatan biodiesel dari CPO adalah *yield* biodiesel yang terbentuk.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Sudrajat et al, 2005, Proses pembuatan biodiesel minyak jarak melalui proses transesterifikasi (proses satu tahap) dengan menggunakan katalis basa dihasilkan bilangan asam dan kekentalan yang tinggi, sehingga tidak sesuai dengan persyaratan ASTM yaitu sebesar 0,8 dan kekentalan 4-5 cSt, sedangkan dengan katalis asam, bilangan asam menjadi lebih rendah, akan tetapi kekentalan tidak mengalami penurunan.

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Karakteristik Biodiesel yang Dihasilkan

Biodiesel dapat langsung digunakan apabila telah memenuhi spesifikasi atau syarat mutu yang telah di tentukan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN). Adapun karakteristik biodiesel yang akan di bandingkan dengan percobaan ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

**Tabel. 3.1** Karakteristik Biodiesel Standar Dalam SNI 04-7182-2006.

No.	Karakteristik	Satuan	SNI Biodiesel
1	Densitas	kg/m <sup>3</sup>	850-890
2	Viskositas Kinematik	mm <sup>2</sup> /s	2,3-6,0
3	Titik Nyala	°C	Min. 100
4	Angka Asam	mg-KOH/g	Max. 0,8

Densitas biodiesel pada penelitian ini berkisar antara 857-863 kg/m<sup>3</sup>. Biodiesel dengan densitas dalam batas SNI akan menghasilkan pembakaran yang sempurna. Densitas biodiesel yang melebihi ketentuan akan menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna, sehingga akan meningkatkan

#### 2.3 Pemisahan Gliserol

Setelah reaksi transesterifikasi selesai, akan terbentuk lapisan yaitu lapisan gliserol dan metil ester. Fasa metil ester akan berwarna kekuningan sedangkan fasa gliserol akan berwarna lebih gelap. Kemudian dilakukan pemisahan terhadap metil ester dan gliserol menggunakan sentrifugal reaktor dimana akan terjadi pemisahan berdasarkan massa jenis larutan. Kemudian lapisan metil ester akan di pompakan menuju absorben untuk menyerap sisa metanol ataupun gliserol yang masih tersisa.

emisi dan keausan mesin. Viskositas kinematik biodiesel 2,41-2,53 mm<sup>2</sup>/s. Dengan nilai viskositas ini, maka tidak akan mengganggu kinerja injektor mesin diesel. Angka asam yang di peroleh adalah 0,18-0,3 mh-KOH/g yang berarti biodiesel yang di hasilkan tidak bersifat korosif dan tidak merusak injektor mesin diesel.

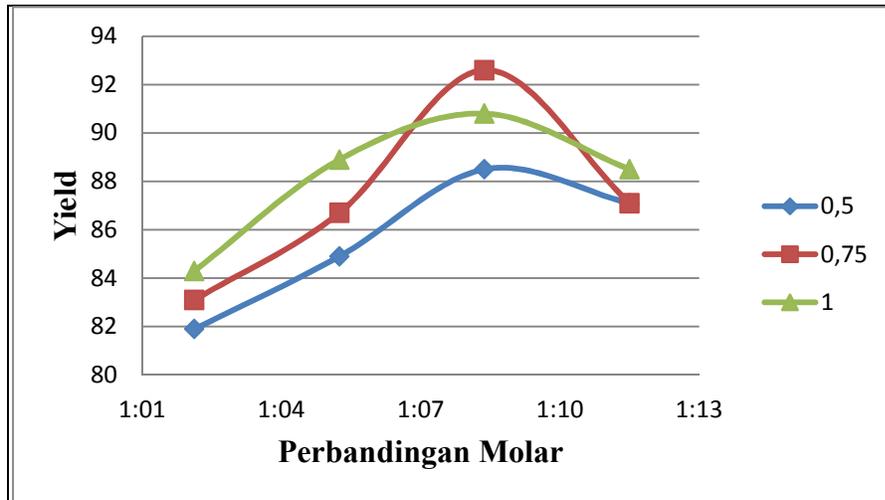
#### 3.2 Pengaruh Rasio Reaktan Terhadap Perolehan Biodiesel

Perbandingan molar reaktan merupakan salah satu parameter penting yang dapat mempengaruhi Konversi dari reaksi transesterifikasi. Secara teoritis berdasarkan prinsip Le Chatelier dalam reaksi transesterifikasi 1 mol minyak memerlukan 3 mol alkohol. Karena reaksi transesterifikasi adalah reaksi reversibel, maka jika diberikan alkohol berlebih dapat mengarahkan kesetimbangan kearah pembentukan ester/produk.

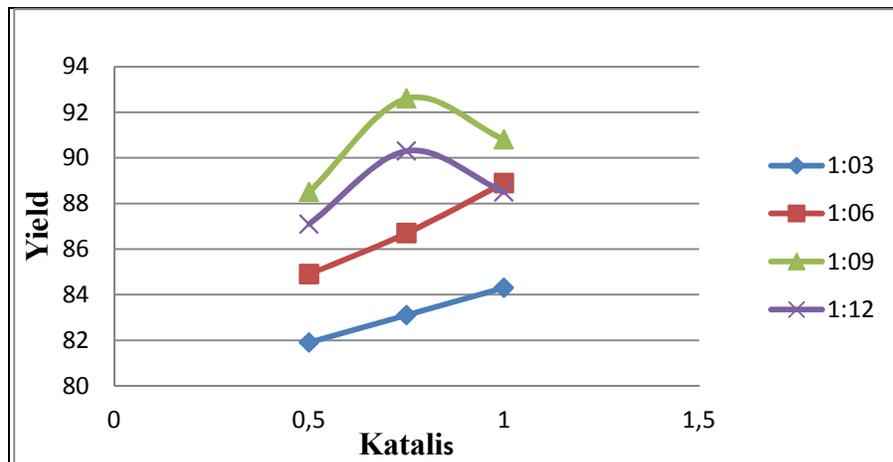
Variasi rasio reaktan memberikan pengaruh yang nyata terhadap *yield* biodiesel yang di hasilkan. Dari Gambar 3.1 dapat dilihat pengaruh variasi rasio *crude palm oil* –metanol terhadap *yield* biodiesel. Pada konsentrasi katalis tetap, peningkatan

rasio reaktan dari 1:3 sampai 1:9 cenderung meningkatkan *yield* biodiesel. Namun pada perbandingan rasio reaktan yang lebih tinggi

(1:12) justru mengakibatkan menurunnya *yield* biodiesel yang di hasilkan.



**Gambar 3.1** Pengaruh Perbandingan Molar Reaktan terhadap Yield biodiesel yang Dihasilkan



**Gambar 3.2** Pengaruh Konsentrasi Katalis terhadap Yield biodiesel yang Dihasilkan

### 3.3 Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap Perolehan Biodiesel

Pengaruh variasi konsentrasi katalis juga memberikan dampak yang besar terhadap perolehan biodiesel. Gambar 4.3 menunjukkan pengaruh variasi konsentrasi katalis terhadap *yield* biodiesel yang

dihasilkan. Pada gambar 4.3 terlihat bahwa penambahan katalis dari konsentrasi 0,5-1 %-b menyebabkan meningkatnya *yield* biodiesel yang dihasilkan. Penambahan katalis dengan konsentrasi 1% pada perbandingan rasio reaktan 1:9 dan 1:12 justru mengakibatkan penurunan *yield* biodiesel yang di hasilkan dan menyebabkan

terbentuknya emulsi. Emulsi yang terbentuk disebabkan oleh reaksi penyabunan yang terjadi akibat penggunaan katalis yang berlebihan. Menurut Yoeswono *et. al* [2006], reaksi penyabunan tersebut akan mengambil sejumlah ester metil yang telah terbentuk. Sehingga akan mengurangi perolehan biodiesel serta menyulitkan dalam pemisahan biodiesel yang terbentuk.

### 3.4 Pemisahan Biodiesel dengan Campuran Gliserol

Pada penelitian ini dilakukan pemisahan menggunakan gaya sentrifugal menggunakan reaktor sentrifugal. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenis. Pada perbandingan rasio molar metanol dengan CPO 3:1 pemisahan terjadi kurang sempurna karena masih terdapatnya CPO dalam tangki hasil biodiesel. Untuk perbandingan molar metanol dengan CPO 1 :6, 1 : 9, 1 : 12 pemisahan juga terjadi kurang sempurna karena masih terdapatnya campuran gliserol dan metanol yang terdapat dalam tangki hasil biodiesel. Hal ini karena metanol berlebih memiliki berat jenis yang lebih ringan dari biodiesel sehingga terikut dalam fasa biodiesel. Pemisahan biodiesel tertinggi terdapat pada perbandingan rasio molar 1: 6 dengan tingkat kemurnian biodiesel 91%. Masih adanya metanol yang terdapat dalam tangki biodiesel diakibatkan karena proses pemisahan yang kurang sempurna akibat dari perbedaan berat jenis biodiesel dan metanol yang tidak terlalu jauh. Metanol yang menjadi pengotor menandakan bahwa masih harus ditambahkan proses pemurnian pada alat reaktor sentrifugal.

### 4. Kesimpulan

1. Crude palm oil dapat di konversi menjadi biodiesel menggunakan reaktor sentrifugal.

2. Pada penelitian ini, konversi tertinggi untuk pembuatan biodiesel menggunakan reaktor sentrifugal berbahan baku CPO tercapai pada kondisi perbandingan molar 1 : 9, komposisi katalis 0,75%, temperatur reaksi 60 °C dan waktu reaksi 2 jam yang menghasilkan konversi reaksi sebesar 92,6%.
3. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar biodiesel indonesia, dengan nilai Viskositas 2,47 mPa s, Densitas 860 kg/m<sup>3</sup>, angka asam 0,24 mg-KOH/g dan titik nyala sebesar 137 °C .

### 5. Saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh laju pengadukan terhadap pembuatan biodiesel menggunakan reaktor sentrifugal.
2. Perlu melakukan penambahan komposisi katalis di atas 1% untuk perbandingan molar 1 : 3 dan 1 : 6.

### Daftar Pustaka

- Destiana, Mecha. 2007. Intensifikasi Proses Produksi Biodiesel. Laporan lomba karya ilmiah mahasiswa Institut Teknologi Bandung. 62 halaman
- Ma, F., Clements, L.D., Hanna, M.A., 1999. *The effect of mixing on transesterification of beef tallow*. Bioresource Technology 69, 289± 293.
- Prihandana, R., Hendroko, R., Nuramin, M., 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah*. PT Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Soerawidjaja, Tatang H. 2005. “Minyak-lemak dan produk-produk kimia lain dari kelapa”. Handout kuliah Proses Industri Kimia, Program Studi

Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.

- Susila, W.R., Ernawati., H. Sastrawianto. 2008. Analisis Dampak Pengembangan Bio-Diesel Kelapa Sawit Terhadap Industri Kelapa Sawit dan Kemiskinan. Universitas Wijaya Kusuma Surabaya bekerjasama dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Syarfi, Nazaruddin, Z. Ida, 2010, “*Pembuatan Biodiesel dari CPO Parit dengan Menggunakan Reaktor Membran*”. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Yoeswono, Sibarani, J., Khairi, S., 2008. Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Katalis Basa Pada Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel. PKMI 2008.