

## PROSES TRANSESTERIFIKASI MINYAK BIJI KAPUK SEBAGAI BAHAN DASAR BIODIESEL YANG RAMAH LINGKUNGAN

**Harimbi Setyawati, Sanny Andjar Sari, Nani Wahyuni**  
Dosen Tetap Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang Kode Pos 65145  
Telp. (0341) 551431. Fax. (0341) 553015

### ABSTRAK

*Pertambahan jumlah penduduk telah meningkatkan kebutuhan sarana transportasi dan aktivitas industri yang berakibat pada peningkatan kebutuhan dan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) nasional, sehingga banyak dilakukan penelitian untuk menemukan alternatif pengganti Bahan Bakar Minyak (BBM). Penelitian ini membahas tentang penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar alternatif pengganti Biodiesel, dimana minyak nabati memiliki titik nyala yang sangat tinggi bila dibandingkan dengan Biodiesel. Sehingga minyak nabati tidak dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menurunkan titik nyala minyak nabati tersebut. parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi NaOH (0,3%, 0,5%, 0,7%, 0,9%, 1,1 % berat) dan variasi suhu operasi (40, 45, 50, 55, 60 °C) pada proses Transesterifikasi. Analisis yang dilakukan adalah angka cetane dan flash point untuk mengetahui apakah biodiesel tersebut telah memenuhi spesifikasi biodiesel sesuai dengan Standard Nasional Indonesia (SNI) Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa transesterifikasi minyak biji kapuk, biodiesel terbaik dihasilkan pada volume katalis NaOH sebanyak 0,9 gram dan suhu operasi 60 menit.*

**Kata Kunci :** Minyak Biji Kapuk, Esterifikasi, Transesterifikasi

### 1. PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif dari bahan mentah terbarukan (renewable) selain bahan bakar diesel dari minyak bumi. Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang dapat diproduksi dari minyak-minyak tumbuhan seperti minyak sawit (palm oil), minyak kelapa, minyak jarak pagar, minyak biji kapuk randu dan masih ada lebih dari 30 macam tumbuhan Indonesia yang berpotensi untuk dijadikan sumber energi bentuk cair ini.

Oleh karena itu, pengembangan biodiesel di Indonesia dan dunia menjadi

sangat penting seiring dengan semakin menurunnya cadangan bahan bakar diesel berbasis minyak bumi.

Beberapa peneliti yang telah melakukan penelitian biodiesel dengan menggunakan minyak nabati sebagai bahan bakar alternatif adalah Zullaikah dkk. (2005) menggunakan proses katalis-asam dua tahap untuk menghasilkan biodiesel dari minyak dedak/bekatul beras (*rice bran oil*) yang memiliki kadar asam tinggi. Dari hasil penelitian ini diperoleh waktu 8 jam untuk menghasilkan metil ester sebesar 96% dengan penambahan katalis asam sebanyak 2% berat minyak. Salis dkk. (2005) mengajukan teknik

katalisasi biologis (*biocatalysis*) untuk memproduksi biodiesel, *oleic acid alkyl ester* (dalam hal ini butil oleat), dari triolein menggunakan beberapa macam katalis biologis, yakni *Candida Antarctica B*, *Rizhomucor Miehei*, dan *Pseudomonas Cepacia*. Dari hasil pengujian yang dilakukan Salis dkk., ditemukan bahwa *Pseudomonas Cepacia* merupakan katalis biologis yang paling baik dalam menghasilkan 100% butil oleat (*oleic acid ethyl ester*) dalam waktu 6 jam pada temperatur optimum adalah 40°C dengan proses kontinyu. Dan Firdian dkk. (2008) melakukan penelitian mengenai pengaruh dan konsentrasi katalis asam pada proses esterifikasi pada pembuatan biodiesel dari minyak biji karet, dari hasil penelitian mereka diperoleh kondisi optimum penurunan %FFA pada proses esterifikasi paling cepat yaitu pada suhu 60°C dengan penambahan katalis asam 0,5% berat minyak.

Dalam penelitian ini, kami memanfaatkan minyak dari biji kapuk sebagai bahan baku pembuatan biodiesel, dikarenakan biji kapuk selama ini belum dimanfaatkan secara ekonomis.

Metode yang paling banyak digunakan untuk mengkonversi minyak nabati menjadi ester adalah dengan reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa. Konversi ini dapat mengalami hambatan jika bahan baku minyak mengalami asam lemak bebas yang tinggi, yang akan menyebabkan terjadinya reaksi penyabunan (saponifikasi) sehingga *yield Fatty Acid Methyl Ester (FAME)* menurun dan akan mempersulit proses pemisahan antara *FAME* dan *glycerol*.

Minyak yang mengandung asam lemak bebas (FFA) tinggi (>2%) perlu dilakukan proses esterifikasi dengan katalis asam terlebih dahulu untuk menurunkan kadar asam lemak bebas

hingga kurang dari 2%, yang kemudian dilanjutkan dengan proses transesterifikasi dengan katalis basa.

Diharapkan dengan penggunaan minyak biji kapuk sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dapat meningkatkan nilai ekonomi yang lebih optimal.

## 2.PERUMUSAN MASALAH

Dalam penelitian ini peneliti membahas permasalahan tentang biodiesel yang dihasilkan dari minyak biji kapuk. Adapun ruang lingkup tersebut adalah variabel-variabel yang dapat mempengaruhi kualitas biodiesel yang akan dihasilkan, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi soda api (NaOH) pada proses transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk ?
2. Bagaimana pengaruh suhu pada proses transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk ?

## 3.TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

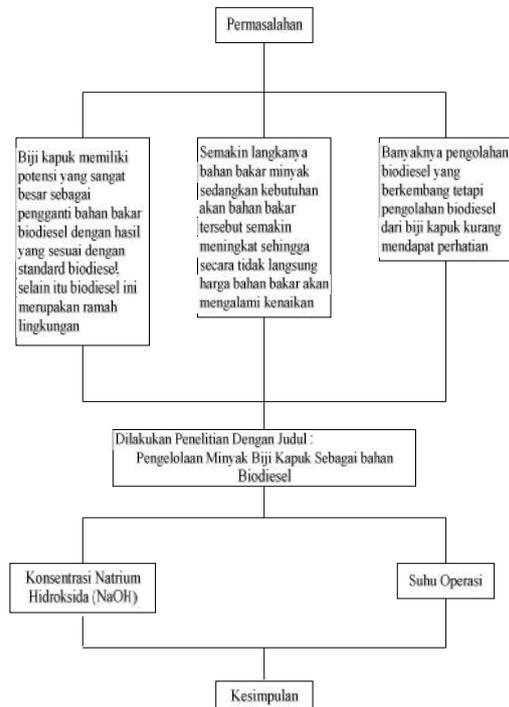
1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH pada proses transesterifikasi terhadap kualitas biodiesel (flash point dan angka cetane).
2. Untuk mengetahui pengaruh suhu pada proses transesterifikasi pada terhadap kualitas biodiesel (flash point dan angka cetane).
3. Untuk mengetahui potensi minyak biji kapuk sebagai bahan baku biodiesel yang ramah lingkungan.
4. Untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang alternatif pemanfaatan minyak biji kapuk sehingga mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.
5. Untuk mengetahui apakah layak digunakan sebagai bahan bakar

pengganti yaitu biodiesel yang ramah lingkungan.

menggunakan katalis padat (heterogen) atau katalis cair (homogen).

#### 4. METODOLOGI PENELITIAN

##### 4.1. Kerangka Berpikir



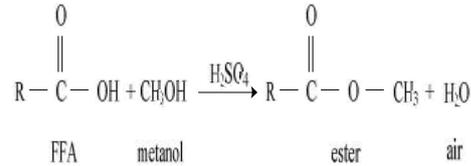
##### 4.2. Penelitian

###### A. Prosedur Pembuatan Biodiesel

###### 1. Proses Esterifikasi

Esterifikasi adalah reaksi asam lemak bebas dengan alkohol membentuk ester dan air. Reaksi ini dapat dilakukan sebelum atau sesudah transesterifikasi. Esterifikasi biasanya dilakukan sebelum transesterifikasi jika minyak yang diumpangkan mengandung asam lemak bebas tinggi. Dengan esterifikasi, kandungan asam lemak bebas dapat dihilangkan dan diperoleh tambahan ester. Reaksi ini dilaksanakan dengan

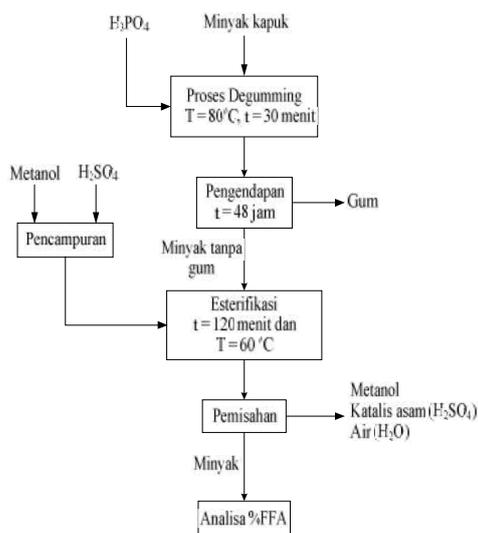
Reaksi Esterifikasi : <sup>[13]</sup>



##### Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Asam sulfat mempunyai rumus kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, yang merupakan asam mineral yang kuat dan zat ini terlarut dalam air pada semua kepekatan. Asam sulfat secara umum digunakan pada proses baja, memproses bijih mineral dan sintesis kimia. Reaksi hidrasi dari asam sulfat merupakan reaksi eksoterm yang kuat. Jika air ditambahkan pada asam sulfat pekat, ia mampu mendidih.

Ini merupakan proses pendahuluan dengan menggunakan katalis asam untuk menurunkan kadar asam lemak bebas hingga sekitar 2%. Senyawa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> digunakan sebagai katalis asam dalam produksi biodiesel dari minyak biji kapuk karena bahan bakunya memiliki kandungan asam lemak bebas relatif tinggi. Jika bahan minyak memiliki kandungan %FFA tinggi menggunakan katalis basa, maka %FFA akan bereaksi dengan katalis yang menyebabkan terbentuknya sabun, sehingga menurunkan *yield* ester dan mempersulit pemisahan produk.. <sup>[15]</sup>



Gambar 1. Diagram alir proses esterifikasi

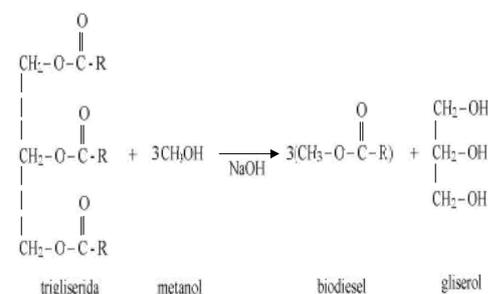
- Memanaskan minyak biji kapuk sesuai pada suhu 60 °C.
- Memanaskan metanol pada suhu 60 °C.
- Memasukkan metanol ke dalam labu berleher tiga yang dilengkapi dengan *reflux kondensor* dan *thermometer* yang berisi minyak biji kapuk.
- Menambahkan katalis asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ke dalam campuran tersebut sebanyak 0,5 gr.
- Mengaduk semua pencampuran dan memanaskannya sampai suhu 60 °C selama 120 menit.
- Mendiarkannya hingga terbentuk dua lapisan.
- Melakukan pencucian untuk memisahkan lapisan atas dan bawah dengan menggunakan corong pemisah.

2. Proses Transesterifikasi

Transesterifikasi atau sering disebut sebagai alkoholisis adalah reaksi antara trigliserida dengan alkohol menghasilkan ester dan gliserin. Alkohol yang sering digunakan adalah metanol,

etanol, dan isopropanol sedangkan katalis yang sering digunakan adalah KOH maupun NaOH.

Reaksi Transesterifikasi : [13]



Menurut (Satish Lele, 2004) proses transesterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya sebagai berikut :

1. Bahan baku

a. Minyak nabati

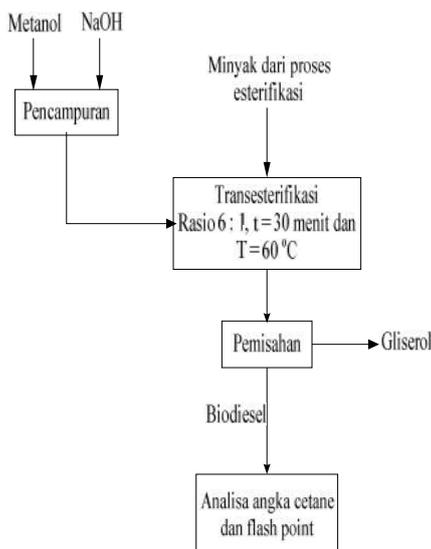
Impuritis yang terdapat pada minyak akan berpengaruh pada konversi. Pada kondisi yang sama, konversi 67 – 84% dalam membentuk ester dengan menggunakan minyak tumbuhan sedangkan dengan menggunakan minyak yang telah dimurnikan sebesar 94 – 97%. Kualitas minyak sangat berpengaruh pada biodiesel yang terbentuk.

b. Alkohol

Untuk membuat biodiesel, ester dalam minyak nabati perlu dipisahkan dari gliserol. Selama proses esterifikasi dan transesterifikasi, komponen gliserol dari minyak nabati digantikan oleh alkohol. Alkohol yang paling umum digunakan pada proses esterifikasi dan transesterifikasi adalah metanol. Metanol merupakan senyawa dengan rumus kimia CH<sub>3</sub>OH. Kondisi fisik dari metanol adalah tidak berwarna dan mudah menguap. Metanol digunakan dalam proses pembuatan biodiesel karena memiliki daya reaksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan alkohol yang berantai panjang dan dari segi ekonomis,

harganya lebih murah dari alkohol yang lain:

- Mengambil lapisan atas pada tahap esterifikasi, dan memasukkannya ke dalam labu berleher tiga yang dilengkapi dengan *reflux kondensor* dan *termometer* disertai pengadukan dan pemanasan pada suhu 60 °C.
- Melarutkan 0,5% NaOH ke dalam metanol (perbandingan molar ratio metanol terhadap minyak biji kapuk 6 : 1) yang telah dipanaskan pada suhu 60 °C.
- Memasukkan campuran tersebut ke dalam labu berleher tiga yang diisi minyak biji kapuk dan memanaskannya pada suhu 60 °C selama 30 menit.
- Mendinginkannya hingga terbentuk dua lapisan.
- Mengulangi prosedur diatas dengan konsentrasi NaOH dan suhu operasi yang berubah sesuai dengan variabel yang telah ditentukan.



Gambar 3. Diagram alir proses transesterifikasi

### 3. Proses Pemurnian

- Menyiapkan air hangat (air pencuci) 10% dari volume biodiesel (*crude FAME*) pada lapisan atas proses transesterifikasi.
- Mencuci produk biodiesel (*crude FAME*) dengan air hangat sampai air pencuci jernih.
- Memanaskan biodiesel (*crude FAME*) sampai tidak ada gelembung air yang berguna untuk mempercepat pembentukan warna coklat kekuningan dan memastikan tidak ada lagi air yang tersisa.

## 5.HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Hasil Penelitian

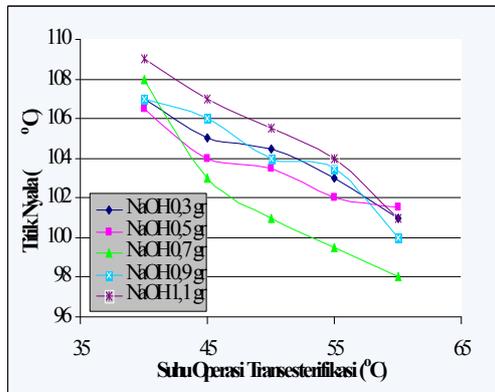
Tabel 1. Hasil analisa awal minyak biji kapuk

No.	Parameter	Hasil
1	Densitas (g/mL)	0,904
2	Viskositas (cSt)	34,54
3	%FFA	10,97

Tabel 2. Hubungan antara volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan kualitas biodiesel pada proses Esterifikasi pada suhu 60 °C.

Volume H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mL)	Volume Metanol (mL)	Waktu 120 menit	
		%FFA	Densitas (gr/mL)
0,5485	24,6825	1,8368	0,912
0,09184	4,1328	1,7472	0,908
0,08736	3,9312	1,5848	0,906
0,07924	3,5658	1,428	0,902
0,0714	3,213	0,9352	0,900

**5.2. Grafik dan Pembahasan**



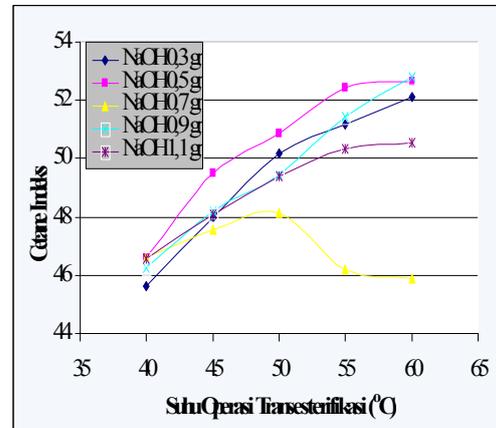
Grafik 1. Hubungan antara Suhu Operasi Trans-Esterifikasi dan Titik Nyala biodiesel yang dihasilkan pada variabel katalis NaOH yang berubah.

Dari bentuk grafik diatas memperlihatkan bahwa hubungan antara waktu operasi dan titik nyala (flash point) adalah berbanding terbalik. Sebagaimana terlihat pada grafik 1. bahwa semakin tinggi waktu operasi maka harga titik nyala (flash point) nya akan semakin turun. Hal ini disebabkan semakin lama waktu operasi maka semakin lambat waktu bahan bakar tersebut dapat menyala, karena flash point (titik nyala) mempengaruhi cepat lambatnya bahan bakar tersebut dapat menyala.

Flash point atau titik nyala merupakan suhu paling rendah yang harus dicapai dalam pemanasan minyak untuk menimbulkan uap yang dapat terbakar dalam jumlah yang cukup untuk menyala atau terbakar sesaat ketika disinggung dengan suatu nyala api.

Dari grafik diatas dapat pula dilihat bahwa nilai flash point paling baik terdapat pada volume katalis NaOH 0,9 gram dan suhu operasi 60 menit yaitu sebesar 100°C. Dimana Standart Nasional Indonesia yang diijinkan untuk flash

point pada biodiesel adalah yaitu minimal 100°C.



Grafik 2. Hubungan antara Suhu Operasi Trans-Esterifikasi dan Cetane Indeks biodiesel yang dihasilkan pada variabel katalis NaOH yang berubah.

Dari bentuk grafik diatas memperlihatkan bahwa hubungan antara waktu operasi dan Cetane Indeks adalah berbanding lurus. Sebagaimana terlihat pada grafik 2. bahwa semakin lama waktu operasi maka harga Cetane Indeks akan semakin naik. Sedangkan pada jumlah katalis NaOH 0,9 gram terjadi penyimpangan dimana disini diindikasikan bahwa masih ada metanol yang terkontaminasi sehingga menurunkan titik nyala minyak.

Cetane Indeks yang tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur yang relatif rendah. Hal ini disebabkan dengan Cetane Indeks yang tinggi dapat mencegah terjadinya detonasi dan knocking karena begitu bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder pembakaran, bahan bakar akan langsung terbakar dan tidak terakumulasi.

Cetane Indeks atau bilangan cetane merupakan kualitas bahan bakar minyak untuk dapat terbakar sendiri didalam silinder yang dinyatakan dengan

suatu indeks. Semakin tinggi nilai Cetane Indeks maka kualitas biodiesel yang didapat semakin baik.

Dari grafik diatas dapat pula dilihat bahwa Cetane Indeks paling baik terdapat pada volume katalis NaOH 0,9 gram dan suhu operasi 60 menit yaitu sebesar 52,7972. Dimana Standart Nasional Indonesia yang diijinkan untuk Cetane Indeks pada biodiesel adalah minimal 51.

### 6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan pada proses Trans-esterifikasi minyak biji kapuk, biodiesel terbaik dihasilkan pada volume katalis NaOH sebanyak 0,9 gram dan suhu operasi 60 menit.

No	Karakteristik	Standart Biodiesel	Biodiesel *)
1	Flash Point, °C	Min 100	100
2	Densitas, 15 °C	0,85 – 0,89	0,864
3	Cetane Number	Min 51	52,7972

\*) pada volume katalis NaOH 0,9 gram dan suhu operasi 60 menit

### 7. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous. 2008.  
URL: <http://www.ristek.go.id/index.php/id=1227>.
2. \_\_\_\_\_ . 2007.  
URL: [http://id.wikipedia.org/wiki/Kapuk\\_randu](http://id.wikipedia.org/wiki/Kapuk_randu).
3. \_\_\_\_\_ . 2007.  
URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Methanol>.

4. \_\_\_\_\_ . 2007.  
URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Sulfuric\\_Acid](http://en.wikipedia.org/wiki/Sulfuric_Acid).
5. \_\_\_\_\_ . 2008.  
URL: <http://www.kamase.org>.
6. Giwangkara S. EG., 2008. *Rahasia biodiesel, Solar Masa Depan*.  
<URL: <http://www.wordpress.com>>.
7. Indartono setyo, Y., agustus 2007. *Mengenal Biodiesel : Karakteristik, produksi, hingga performansi mesin (2 &3)*.  
<URL: <http://www.beritaiptek.com>>.
8. Ketaren, S, 1986. *Minyak Dan Lemak Pangan*, Edisi 1, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
9. Macklin, 2008. *Biofuel*.  
<URL: <http://www.macklin.tmp-unpad.net>>.
10. Nur Alam Syah, Andi, 2006. *Biodiesel Jarak Pagar : Bahan Bakar alternatif Yang Ramah Lingkungan*. Penerbit Agromedia Pustaka, Jakarta.
11. Prakoso Tirto, dkk, 2007. *Potensi Biodiesel Indonesia*.  
<URL: <http://www.migas-indonesia.com>>
12. Prihandana, Rama, 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah*. Penerbit Agromedia Pustaka, Jakarta.
13. Samuel D.Effendy, 2008. *Studi Kemudahan Pemisahan Produk-produk Proses Pembuatan Biodiesel*.  
<URL: <http://www.abstraksi-fti.itb.ac.id>>.
14. Satish Lele, 2004. *Biodiesel In India*.  
<URL: <http://www.biodiesel.com>>.
15. Van Gerpen, J., 1999. *Biodiesel Production Technology*.  
<URL: <http://www.nrel.gov>>