

# Pembuatan produk biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi

Isalmi Aziz\*, Siti Nurbayti, Badrul Ulum

Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta  
Jl. Ir. H. Juanda No.95 Ciputat Jakarta 15412  
emi\_uin@yahoo.co.id

## Abstrak

Biodiesel merupakan bahan yang sangat potensial untuk menggantikan bahan bakar solar. Bahan bakunya dapat diperbaharui dan bersifat ramah lingkungan. Minyak goreng bekas dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Kadar asam lemak bebas yang tinggi dalam minyak goreng bekas memerlukan *pretreatment* (esterifikasi) dalam proses pembuatan biodiesel. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan dua tahap reaksi yaitu esterifikasi dan dilanjutkan dengan tahap transesterifikasi. Pada tahap esterifikasi asam lemak bebas dapat diturunkan kadarnya dari 2,5 % menjadi 1,1%. Tahap transesterifikasi didapatkan *yield* biodiesel sebesar 88%. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan yaitu: viskositas dan densitas pada suhu 40°C sebesar 3,2 cSt dan 0,85 g/mL, kadar air 0,002%, indeks setana 51, titik nyala 176°C, dan titik tuang 9°C.

**Kata kunci:** Biodiesel, minyak goreng bekas, esterifikasi, transesterifikasi

## Abstract

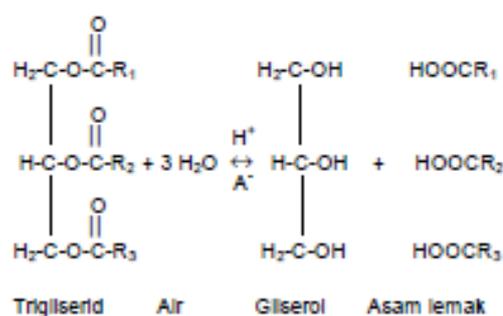
Biodiesel is a highly potential material to replace diesel fuel. Their raw materials are renewable and environmentally friendly. Frying oil can be used as raw material for making biodiesel. Free fatty acid levels are high in frying oils requiring pretreatment (esterification) in the process of making biodiesel. So in this study a two stages reaction of esterification and transesterification is carried out. At esterification of free fatty acid levels can be lowered from 2.5% to 1.1%. At transesterification stage, yield biodiesel obtained is 88%. Characteristics of biodiesel produced, namely: viscosity and density at a temperature of 40 ° C is 3.2 cSt and 0.85 g / mL respectively, water content is 0.002%, cetane index is 51, flash point is 176°C, and pour point is 9°C.

**Keywords :** Biodiesel, cooking oil, esterification, transesterification

## 1. PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah terhadap lingkungan. Biodiesel tidak mengandung berbahaya seperti Pb, bersifat *biodegradable*, emisi gas buangnya juga lebih rendah dibandingkan emisi bahan bakar diesel. Biodiesel memiliki efek pelumasan yang tinggi sehingga dapat memperpanjang umur mesin dan memiliki angka setana yang tinggi (> 50).

Minyak goreng bekas dapat digunakan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan biodiesel. Minyak goreng bekas mengandung asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*, FFA) yang dihasilkan dari reaksi oksidasi dan hidrolisis (Gambar 1) pada saat penggorengan.

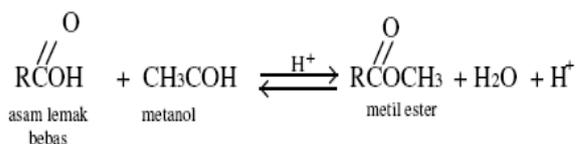


Gambar 1. Reaksi hidrolisis

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghilangkan asam lemak bebas adalah mereaksikan asam lemak bebas dengan alkohol dengan bantuan katalis asam sulfat. Reaksi ini dikenal dengan esterifikasi. Diharapkan dengan *pretreatment* ini dapat menurunkan kadar asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak goreng bekas sehingga

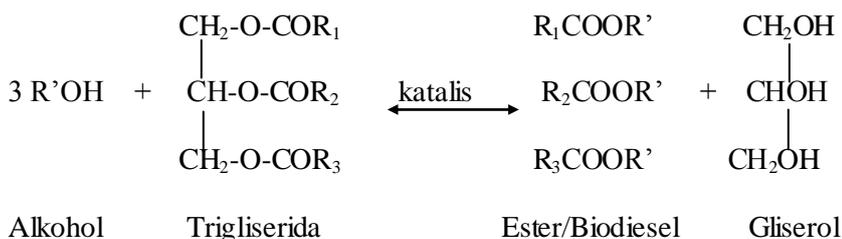
kualitas biodiesel yang dihasilkan akan lebih baik.

Reaksinya adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Reaksi Esterifikasi

Transesterifikasi adalah suatu reaksi yang menghasilkan ester dimana salah satu pereaksinya juga merupakan senyawa ester. Jadi disini terjadi pemecahan senyawa trigliserida dan migrasi gugus alkil antara senyawa ester. Ester yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi ini disebut biodiesel. Reaksinya adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Reaksi Transesterifikasi

Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi merupakan reaksi bolak balik yang relatif lambat. Untuk mempercepat jalannya reaksi dan meningkatkan hasil, proses dilakukan dengan pengadukan yang baik, penambahan katalis dan pemberian reaktan berlebih agar reaksi bergeser ke kanan. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi adalah pengadukan, suhu,

katalis, perbandingan pereaksi dan waktu reaksi (Darnoko and Cheryan, 2000).

### Karakterisasi Biodiesel

Indonesia melalui Badan Standarisasi Nasional sudah menetapkan SNI untuk produk biodiesel yang sebagian parameternya tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Standar dan mutu biodiesel

No.	Parameter	Satuan	Nilai	Metode uji
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m <sup>3</sup>	850 – 890	ASTM D 1298
2	Viskositas kinematik pd 40 °C	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 – 6,0	ASTM D 445
3	Angka setana		min. 51	ASTM D 613
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C	min. 100	ASTM D 93
5	Titik kabut	°C	maks. 18	ASTM D 2500
6	Air dan sedimen	%-vol.	maks. 0,05*	ASTM D 2709 ASTM D-1796
7	Angka asam	mg-KOH/g	maks.0,8	AOCS Cd 3d-63 ASTM D-664

## 2. METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung selama 3 bulan dari bulan Juli 2010 sampai September 2010. Tempat penelitian dilakukan di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) UIN Syarif

Hidayatullah Jakarta dan untuk analisa karakteristik biodiesel dilakukan di LEMIGAS, Cileduk, Jakarta Selatan.

**Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GCMS, piknometer, *Falling Ball Viscometer*, labu leher tiga, pengaduk, termometer, kondensor. Bahan yang digunakan adalah minyak goreng bekas yang diambil dari pedagang kaki lima di sekitar kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, metanol, KOH dan asam sulfat.

**Sintesis Biodiesel**

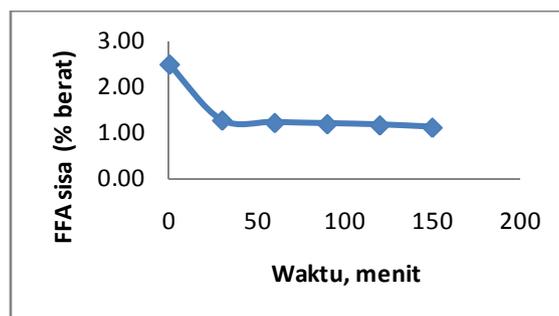
Minyak goreng bekas (450 ml) dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Katalis asam sulfat (0,25% berat minyak) dimasukkan ke dalam minyak dan dipanaskan sampai suhu yang diinginkan (60°C). Metanol (50 ml) terpisah juga dipanaskan sampai suhu yang diinginkan. Setelah suhu tercapai, metanol dimasukkan ke dalam minyak, pengaduk dihidupkan. Setelah 2,5 jam reaksi dihentikan kemudian diambil dan dianalisa kadar asam lemak bebasnya (FFA).

KOH (1% berat minyak) dilarutkan dalam metanol (100 ml) dan dipanaskan sampai suhu yang diinginkan (60°C). Produk esterifikasi (400 ml) dipanaskan dalam labu leher tiga dan ditambahkan larutan metoksida (metanol-KOH). Pengaduk dinyalakan. Setelah 1 jam reaksi dihentikan. Produk didiamkan dan ditimbang berat biodiesel yang dihasilkan.

Biodiesel yang dihasilkan terlebih dahulu dicuci dengan larutan garam jenuh sampai pH netral. Biodiesel yang sudah netral selanjutnya di analisa sifat fisik dan kimianya meliputi densitas, viskositas, kadar air, bilangan asam, titik nyala, titik tuang, komposisi senyawa penyusun dan angka csetana.

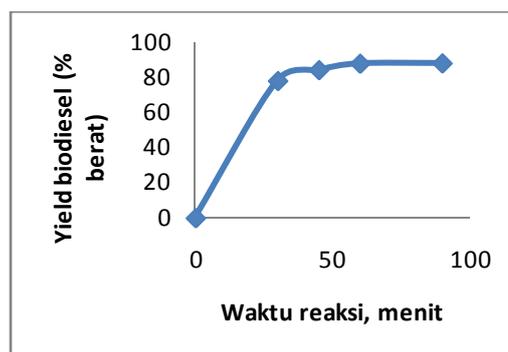
**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Pretreatment* (esterifikasi) yang dilakukan pada minyak goreng bekas mampu menurunkan kadar asam lemak bebas dari 2,5% menjadi 1,1% ( Gambar 4).



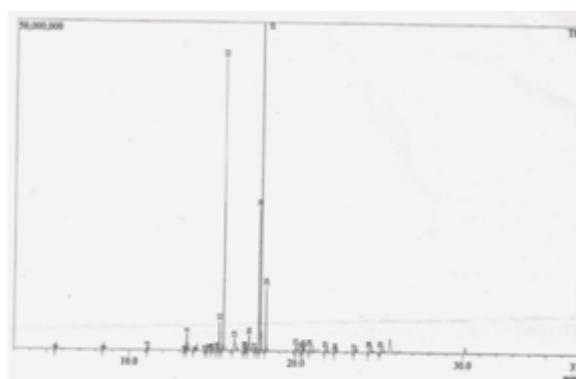
Gambar 4. Grafik hubungan waktu reaksi dengan % FFA

Pada tahap transesterifikasi *yield* biodiesel yang dihasilkan mencapai 88% (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik hubungan waktu reaksi dengan Yield biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan di analisa komposisinya menggunakan GCMS. Hasil analisa dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 6. Kromatogram biodiesel hasil analisa GCMS

Tabel 3 . Komposisi senyawa kimia dalam biodiesel hasil sintesis

Puncak	Luas Puncak (%)	Waktu Retensi	Nama Senyawa	Rumus Molekul
1	0,06	5,537	Metil oktanoat	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>
2	0,03	8,452	Metil kaprat	C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>
3	0,44	11,094	Metil laurat	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub>
4	0,05	13,313	Metil Z-11-tetradekenoat	C <sub>15</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>
5	1,70	13,456	Metil miristat	C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>
6	0,03	13,928	Metil nonadekanoat	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>
7	0,12	14,548	Metil	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>

			pentadekanoat	
8	0,26	14,791	Metil arakidonat	C <sub>21</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>
9	0,27	14,948	Metil 5,8,11,14,1-eukosapentanoat	
10	0,07	15,252	Metil stearolat	C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>
11	2,81	15,393	Metil palmitoleat	C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>
12	26,91	15,640	Metil palmitat	C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>
13	1,17	16,294	Metil 11-eikosenoat	C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>
14	0,15	16,877	Metil margarat	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>
15	0,18	16,993	Metil cis-9,10-epoksistearat	C <sub>19</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>
16	1,49	17,168	Metil arakat	C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>2</sub>
17	0,08	17,519	Metil 6,9,12-oktadekatrienoat	C <sub>19</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>
18	13,17	17,753	Metil linoleat	C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>
19	42,04	17,686	Metil oleat	C <sub>19</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>
20	6,04	18,182	Metil stearat	C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>

Dari Gambar di atas dapat diketahui komposisi senyawa terbesar adalah metil oleat 42,02% dan metil palmitat 26,91 %. Hasil analisa sifat fisik dan kimia lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat fisik dan kimia biodiesel hasil sintesis

Sifat fisik dan kimia	Biodiesel penelitian ini	SNI Biodiesel
Densitas (40 °C), kg/L	850	850-890
Viskositas kinematik (40 °C), cSt	3,2	2,3 – 6
Bilangan asam, mg KOH/g	0,02	Maks. 0,8
Kadar air, % vol	176	Min. 100
Titik nyala, °C	9	
Titik tuang, °C	14,6	Mak. 18
Titik kabut, °C	51	Min. 51
Indeks Cetan		

## Densitas

Biodiesel yang dihasilkan dari penelitian ini mempunyai densitas pada suhu 40 °C sebesar 850 kg/L. Jika dibandingkan dengan standar SNI biodiesel, Biodiesel ini masuk dalam *range* yang ditetapkan. Densitas berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel. Densitas yang rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi.

Jika dibandingkan dengan densitas minyak goreng bekas yang digunakan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan biodiesel, terjadi penurunan yang sangat tajam. Minyak goreng bekas yang mempunyai densitas (40 °C) 887

kg/L, setelah dilakukan proses esterifikasi dan transesterifikasi densitas turun menjadi 850 kg/L. Ini disebabkan terjadinya pemutusan rantai gliserol yang terdapat dalam minyak goreng bekas (Aziz, 2008).

## Viskositas Kine matik

Viskositas kinematik biodiesel seperti yang tercantum dalam Tabel 2 sebesar 3,2 cSt. Nilai ini masuk dalam standar SNI biodiesel yang ditetapkan pemerintah yaitu 2,3 – 6 cSt. Viskositas mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses penginjeksian bahan bakar. Viskositas yang terlalu rendah dapat menyebabkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar dan kalau terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja cepat alat injeksi dan mempersulit pengabutan bahan bakar (Hardjono, 2001).

Viskositas biodiesel hasil penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan yang didapatkan Suirta (2009) sebesar 4,53 cSt. Bahan baku yang digunakan juga sama minyak goreng bekas tetapi sumber minyak goreng bekasnya berbeda. Perbedaan lainnya adalah jenis katalis yang digunakan. Suirta (2009) menggunakan NaOH sebagai katalis dalam reaksi transesterifikasi.

Jika dibandingkan dengan standar bahan bakar solar (1,6 – 5,8 sCt), biodiesel ini dari sisi viskositas masuk dalam standar yang ditetapkan sehingga biodiesel ini dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar.

## Bilangan asam

Biodiesel yang dihasilkan mempunyai bilangan asam sebesar 0,5 mg KOH /g. Nilai ini memenuhi standar biodiesel yaitu maksimal 0,8 mg KOH/g. Jika ditinjau dari bilangan asam minyak goreng bekas sebesar 5,26 mg KOH/g dan 55% nya sudah dapat dihilangkan melalui *pretreatment* (reaksi esterifikasi) seharusnya sisa bilangan asam sebesar 2,367 mg/KOH. Besarnya selisih ini disebabkan karena sebagian besar asam

lemak bebas sisa bereaksi dengan katalis KOH membentuk sabun. Ini ditandai dengan terbentuknya emulsi pada saat pencucian biodiesel dengan menggunakan air. Bilangan asam yang didapatkan dari penelitian ini lebih tinggi dari yang didapatkan Suirta (2009) yaitu 0,4238 mg KOH/g.

### **Kadar air**

Kadar air yang terdapat dalam biodiesel sebesar 0,02% volum. Kadar ini lebih kecil dibandingkan dengan SNI biodiesel yang mensyaratkan maksimal 0,05% volum. Begitu juga dengan standar bahan bakar solar mensyaratkan maksimal 0,05%.

### **Angka setana**

Kualitas bahan bakar solar dinyatakan dalam angka cetan dan dapat diperoleh dengan jalan membandingkan kelambatan menyala bahan bakar solar dengan kelambatan menyala bahan bakar pembanding dalam uji bangku CFR. Angka cetan biodiesel ini didapatkan dengan cara mengkonversikan nilai indek cetan yang diperoleh dari analisa yang dilakukan di Lemigas.

Menurut Hardjono (2001) angka setana nilainya lebih besar 2% dibandingkan indek cetan. Angka cetan yang didapatkan sebesar 51,5. Nilai ini masuk dalam SNI biodiesel sehingga dilihat dari sisi angka setana, biodiesel hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar.

### **Titik nyala**

Titik nyala yang didapatkan sebesar 176 °C. Nilai ini memenuhi standar bahan bakar solar dan SNI biodiesel. Titik nyala yang tinggi akan memudahkan penyimpanan bahan bakar, karena minyak tidak akan mudah terbakar pada temperatur ruang.

### **Titik tuang dan titik kabut**

Bahan bakar solar harus dapat mengalir dengan bebas pada suhu atmosfer terendah dimana bahan bakar ini

digunakan. Suhu terendah dimana bahan bakar diesel masih dapat mengalir disebut titik tuang (*pour point*). Pada suhu sekitar 10<sup>0</sup>F di atas titik tuang bahan bakar solar dapat berkabut. Suhu ini dikenal dengan titik kabut.

Titik tuang yang diperoleh sebesar 9 °C atau 48,2 °F. Standar solar mensyaratkan bahwa titik tuang maksimal 65 °F. Berarti biodiesel yang diperoleh dari penelitian ini memenuhi standar bahan bakar solar.

Titik kabut dapat dicari dengan menggunakan data titik tuang. Dengan menambahkan 10 oC kepada titik tuang akan didapatkan nilai titik kabut (Hardjono, 2011). Titik kabut yang didapatkan dari perhitungan titik tuang sebesar 58,2 °F atau 14,6 °C. ini berarti biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI biodiesel yang mensyaratkan titik kabut maksimal 18 °C.

## **2. KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pretreatment yang dilakukan terhadap minyak goreng bekas mampu menurunkan kadar asam lemak bebas menjadi 1,1 %. Yield biodiesel yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi sebesar 88%. Kualitas biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI biodiesel yang ditetapkan pemerintah dan standar bahan bakar solar.

### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian UIN Syarif Hidayatullah Jakarta yang telah mendanai penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Aziz, I., 2007, Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas, Valensi, Vol.1, No.1.

2. Baidawi, A., Latif, I., dan Rachmaniah, O., 2008, Transesterifikasi dengan Co-Solvent sebagai salah satu alternatif Peningkatan Yield Metil Ester pada Pembuatan Biodiesel dari Crude Palm Oil (CPO), Chemical National Seminar, 26 Agustus 2008, Surabaya.
3. Buchori, L dan Widayat, 2009, “ Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Catalytic Cracking”, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Bandung.
4. Damoko, D and Cheryan, M, 2000, “Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor”, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 77, 1263-1267.
5. Hardjono, A., 2000, “ Teknologi minyak Bumi “, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
6. Kusmiyati, 2008, “ Reaksi Katalitis Esterifikasi Asam Oleat dan Metanol menjadi Biodiesel dengan Metode Distilasi Reaktif”, *Jurnal Reaktor*, Vol.12, No.2. Hal. 78-82.
7. Suirta, I.W., 2009, “ Preparasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit”, *Jurnal Kimia*, Vol.3. No.1, 1-6.
8. Susanto, BH., Nasikin, M., dan Sukirno, 2008 “ Sintesis Pelumas Dasar Bio melalui Esterifikasi Asam Oleat menggunakan Katalis Asam Heteropoli/Zeolit”, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Semarang.