

PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK GORENG BEKAS MENJADI BAHAN BAKAR

THE TREATMENT OF WASTE VEGETABLE OIL AS FUEL

Mawar Silalahi¹⁾, Edison Efendi, dan Antonius Angga Wicaksono
Jurusan Teknik Lingkungan FALTL-Universitas Trisakti
Jalan Kiai Tapa Grogol Jakarta
Email: ¹⁾mawarsilalahi@gmail.com

Abstrak: Biodiesel merupakan bahan bakar yang tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang dapat diproduksi dari minyak-minyak tumbuhan seperti minyak sawit (palm oil), minyak kelapa, minyak jarak pagar, dan minyak biji kapok randu. Bahan baku untuk pembuatan biodiesel ini berasal dari minyak goreng bekas pakai (minyak jelantah) atau WVO (waste vegetable oil) yang merupakan limbah yang dihasilkan dalam kehidupan sehari – hari. Setiap limbah yang dihasilkan termasuk limbah minyak goreng harus dikelola dengan baik, untuk mencegah dampak negatif yang dapat ditimbulkan terhadap makhluk hidup dan lingkungan di sekitarnya. Dengan memanfaatkan kembali minyak goreng bekas (waste vegetable oil) menjadi bahan bakar dan ramah lingkungan, diharapkan dapat mencegah dampak negatif dari limbah minyak goreng. Proses produksi biodiesel menggunakan bahan baku yang memiliki kandungan asam lemak >5%, dapat dilakukan dengan 2 tahap, yaitu proses esterifikasi menggunakan katalis asam H_2SO_4 dan proses transesterifikasi menggunakan katalis basa NaOH. Proses pengolahan limbah biodiesel dimulai dengan melakukan tes pendahuluan FFA (Free Fatty Acid). Kemudian dilakukan proses esterifikasi asam dengan variasi konsentrasi H_2SO_4 (0.5%, 1%, 1.5%, 2%), konsentrasi metanol (10%,15%,20%,25%), variasi temperatur (30^0 , 45^0 , 60^0 , 65^0C), dan variasi waktu reaksi 60, 90, 120 menit. Proses berikutnya adalah transesterifikasi dengan variasi konsentrasi NaOH (0.5%, 1%, 1.5%, 2%), konsentrasi metanol (10%,15%,20%,25%), variasi temperatur (30^0 , 45^0 , 60^0 , 65^0C), dan variasi waktu reaksi 60, 90, 120 menit. Produk didiamkan untuk pemisahan metil ester dan gliserol. Kemudian dilakukan pengujian kualitas berupa uji titik nyala dengan hasil esterifikasi asam yang terbaik ada pada konsentrasi metanol 10% dengan katalis basa 1% yaitu sebesar 58^0C , dan pada konsentrasi metanol 20% dengan katalis asam 0.5% yaitu sebesar 54^0C . Uji titik nyala untuk hasil proses Transesterifikasi metanol 10% dengan katalis basa 1% yaitu sebesar 38^0C , dan pada konsentrasi metanol 15% dengan katalis basa 1% yaitu sebesar 38^0C . Kemudian dilakukan penentuan pembentukan metil ester dari proses transesterifikasi dengan konsentrasi metanol berturut-turut 10%, 15%, dan 20% dengan hasil pembentukan metil ester 96.82%, 96.39%, dan 95.91%. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa minyak goreng bekas dapat diolah menjadi biofuel dengan metode esterifikasi dan transesterifikasi.

Kata kunci: minyak goreng bekas, bahan bakar, biodiesel, esterifikasi asam, dan transesterifikasi.

Abstract: The raw material used for producing this biofuel is waste vegetable oil (WVO). Every waste that produced have to be managed for reducing the negative impact to avoid environment's contamination. The process of reusing the waste vegetable oil as the raw material for producing biofuel can prevent the negative impact given by WVO. The first test conducted for making biofuel is by measuring the free fatty acids number (FFA). Test result shown that FFA number of this WVO was 15%. The production process of biofuel that have fatty acid > 5% divided into 2 stage, first is esterification process using acid catalyst (H_2SO_4) and second is transesterification process using base catalyst (NaOH). The esterification process is done under acid condition with varied H_2SO_4 concentration (0.5%, 1%, 1.5%, 2%), varied methanol concentration (10%, 15%, 20%, 25%), varied temperature (30^0 , 45^0 , 60^0 , 65^0C), and varied retention time are 60, 90, 120 minutes. The next process is transesterification with varied NaOH concentration (0.5%, 1%, 1.5%, 2%), varied methanol concentration (10%, 15%, 20%, 25%), varied temperature (30^0 , 45^0 , 60^0 , 65^0C), and varied retention time are 60, 90, 120 minutes. The transesterification process separates the methyl esters from the glycerin. The best two quality of flash point test from the esterification process are on methanol 10% with base catalyst 1% (58^0C) and on methanol 20% with acid catalyst 0.5% (54^0C). The best two quality of flash point test from the transesterification are on methanol 10% with base catalyst 1% (38^0C) and on methanol 15% with base catalyst 1% (38^0C). The determination of forming the methyl ester by transesterification process conducted by using methanol concentration 10%, 15%, and 20% had result forming the methyl ester are 96.82%, 96.39%, dan 95.91%. Based on this research, WVO can be treated as biofuel using esterification and transesterification methods.

Keywords: Waste vegetable oil, biofuel, acids esterification, transesterification, and flash point.

PENDAHULUAN

Ketergantungan manusia terhadap energi yang tidak terbarukan sekarang ini akhirnya menyebabkan dampak yang sangat luas. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan untuk mencari bahan bakar yang terbarukan dan ramah lingkungan, bahan bakar yang dimaksud adalah biodiesel. Bahan baku untuk pembuatan biodiesel di dalam penelitian ini berasal dari minyak goreng bekas pakai (minyak jelantah) atau *WVO* (*waste vegetable oil*) yang merupakan limbah yang dihasilkan dalam kehidupan sehari – hari sehingga diharapkan tidak mempengaruhi harga kebutuhan pokok di pasar.

Konsumsi minyak goreng dalam negeri Indonesia pada tahun 2005 mencapai 6.4 juta ton (Departemen Perindustrian, 2005). Dengan meningkatnya konsumsi minyak goreng, maka jumlah minyak goreng bekas yang dibuang akan semakin meningkat setiap tahunnya. Dengan memanfaatkan kembali minyak goreng bekas (*waste vegetable oil*) menjadi bahan bakar yang terbarukan dan ramah lingkungan, diharapkan dapat mencegah dampak negatif dari limbah minyak goreng. Diharapkan dengan tingginya nilai konsumsi minyak goreng di pasaran, produk sisa berupa minyak goreng bekas dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dari pembuatan biodiesel (Erliza, dkk. 2007).

Maksud Penelitian ini adalah untuk memanfaatkan kembali minyak goreng bekas pakai menjadi bahan bakar. Dan tujuan penelitian ini adalah Mengolah limbah minyak goreng menjadi sumber energi terbarukan dalam bentuk *biofuel*. Kemudian mengetahui kebutuhan konsentrasi methanol (CH_3OH), natrium hidroksida (NaOH), dan asam sulfat (H_2SO_4) yang paling efektif untuk mengolah limbah minyak goreng bekas menjadi *biofuel*. Untuk mencapai tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada upaya mengumpulkan minyak goreng bekas dari restoran cepat saji (PT. Fastfood Indonesia / *Kentucky Fried Chicken*).

Biodiesel

Biodiesel adalah suatu bahan bakar alternatif yang dibuat dari suatu reaksi kimia antara fraksi alkohol (metanol) dan senyawa basa kuat (biasanya NaOH) yang digunakan untuk memisahkan minyak atau lemak menjadi suatu komponen, komponen tersebut adalah *Ester* yang merupakan biodiesel dan hasil sampingan berupa *Gliserin* (AGTech Centre, 2005). Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif dari bahan mentah terbaharukan (*renewable*) selain bahan bakar diesel dari minyak bumi. Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang dapat diproduksi dari minyak tumbuhan seperti minyak sawit (palm oil), minyak kelapa, minyak jarak pagar, dan lain-lain (Prakoso dan Nuzulis, 2006). Biodiesel dapat terdegradasi dengan mudah (*biodegradable*), 10 kali tidak beracun dibanding minyak solar biasa, memiliki angka setana yang lebih baik dari minyak solar biasa, asap buangan biodiesel tidak hitam, tidak mengandung sulfur serta senyawa aromatic sehingga emisi pembakaran yang dihasilkan ramah lingkungan serta tidak menambah akumulasi gas karbondioksida di atmosfer. Berikut adalah alternatif bahan baku yang berasal dari kelapa sawit yang dapat digunakan dalam pembuatan biodiesel, antara lain (Prihandana,2006): CPO *Off Grade*, Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (CPO Parit), Limbah Dari Pabrik Minyak Goreng (PFAD)

Dalam proses pembuatan minyak kelapa sawit akan terproduksi minyak sawit padat (*stearin*) 21% yang kemudian dimanfaatkan dalam pembuatan margarin, *shortening* dan bahan baku industri sabun dan detergen, minyak sawit cair (*olein*) 73% yang dimanfaatkan dalam pembuatan minyak goreng, 5-6 % PFAD dan 0,5-1% CPO Parit. PFAD adalah *Palm Fatty Acid Distillate* memiliki nilai FFA 93%, yang terdiri dari 45.6% *palmitic*, 33.3% *oleic*, 7.7% *linoleic*, 3.8% *stearic*, 1% *myristic*, 0.6% *tetracosenoic*, 0.3% *linolenic*, 0.3%

ecosanoic, 0.2% *ecosenoic*, dan 0.2% *palmitoleic*. Sisanya merupakan trigliserida, digliserida, dan monogliserida (Chongkong, 2007). efek pemanasan global atau banyak disebut dengan *zero CO₂ emission*.

Tabel 1. Karakteristik biodiesel.

Karakteristik Biodiesel	
Komposisi	Metil Ester
Bilangan Setana	55
Densitas, g/mL	0.8624
Viskositas, mm ² /dtk	4,5
Titik Kilat, °C	172
Energi yang dihasilkan, MJ/Kg	40.1

Sumber: Prakoso dan Nuzulis (2006).

Minyak Goreng Bekas

Bahan baku lain yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan biodiesel adalah minyak goreng bekas. Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari minyak goreng bekas adalah :

1. Akan diperoleh *Recyeled Frying Oil Methil Esters* (RFOME) yang murah sehingga dapat diperoleh bahan bakar nabati yang murah dan ramah lingkungan.
2. Mencegah terjadinya polusi lingkungan baik pada air atau tanah dengan tidak adanya pembuangan minyak goreng bekas di sembarang tempat.
3. Mengurangi bahan karsinogenik yang beredar di masyarakat. Minyak goreng yang digunakan berulang kali akan berubah warna menjadi cokelat kehitaman. Senyawa ini berpotensi memicu penyakit kanker usus besar, pembesaran hati, ginjal, dan gangguan jantung.

Minyak goreng bekas atau minyak jelantah adalah minyak yang dihasilkan dari sisa penggorengan, baik dari minyak kelapa maupun minyak sawit (Hambali, Erliza dkk, 2007).

Standar Kualitas Biodiesel

Parameter standar mutu biodiesel secara umum terdiri atas densitas, titiknyala, angka setana, viskositas kinematik, energi yang dihasilkan, bilangan Iod dan residu karbon. Persyaratan mutu biodiesel Indonesia tercantum dalam RSNI EB 020551.

Tabel 2. Standar mutu Biodiesel Indonesia (RSNI EB 020551).

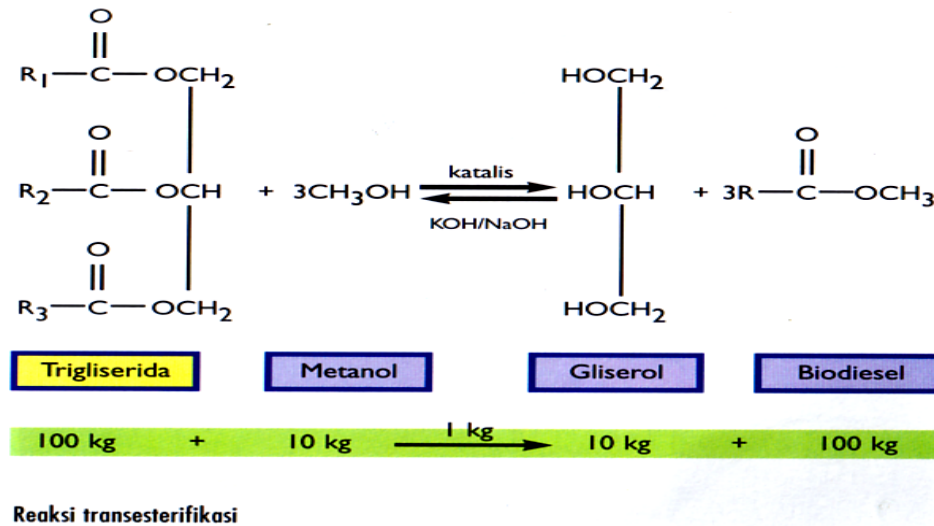
No	Parameter dan Satuan	Batas Nilai	Metode Uji
1	Angka Setana	Min.51	ASTM D613
2	Titik Nyala °C	Min. 100	ASTM D93
3	Titik Kabut °C	Maks. 18	ASTM D2500
4	Angka Asam mg-KOH/g	Maks. 0,8	AOCS Ca 12 – 55
5	Kadar Ester	Maks. 96,5	FBI AO3-03

Sumber: Forum Biodiesel Indonesia, 2006.

Proses Produksi Biodiesel

Berikut adalah beberapa proses produksi biodiesel yang digolongkan berdasarkan metode yang digunakan, antara lain:

1. Esterifikasi Dua Tahap
 - a. Esterifikasi Asam
 - b. Esterifikasi Basa (Transesterifikasi)



Gambar 1. Reaksi transesterifikasi.

(Sumber:Hambali, Erliza dkk, 2006).

b.1 Transesterifikasi dengan *biocatalyst* (katalis biologis)

b.2 Transesterifikasi Tanpa Katalis

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian, diperlukan suatu metode yang benar dan tahap penelitian yang tepat.

1. Tes Pendahuluan

Tahap awal dalam penelitian ini dilakukan tes pendahuluan yaitu uji *Free Fatty Acid* (FFA) atau uji bilangan Asam Lemak Bebas.

2. Proses Esterifikasi

Proses ini bertujuan untuk mengkonversi asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) menjadi metil ester dengan katalis asam.

3. Proses Pencucian I, Pengendapan dan Pemisahan

4. Proses Transesterifikasi

5. Proses Pencucian II, Pengendapan dan Pemisahan

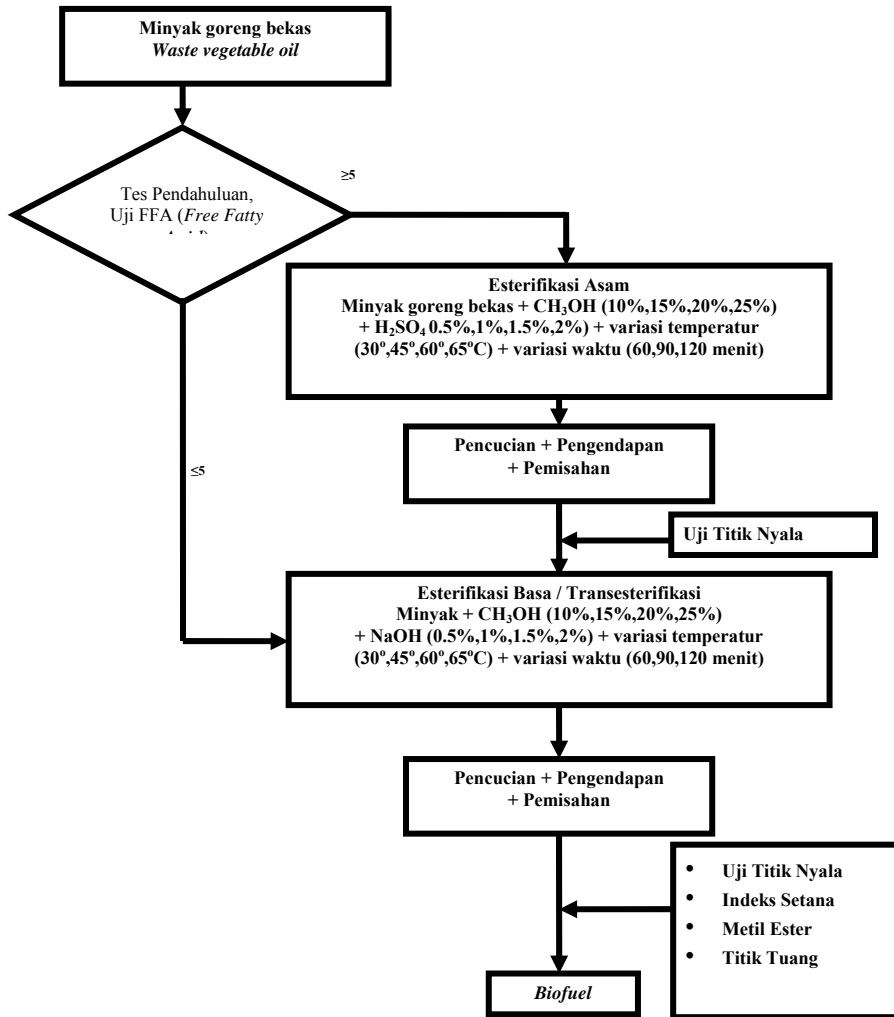
6. Tes Kualitas

7. Uji Standar Bilangan Penyabunan dan Kadar Ester Biodiesel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Esterifikasi Asam

Berdasarkan variasi yang dilakukan didapatkan nilai flash point seperti pada tabel 3. Nilai *flash point* (titik nyala) yang optimum didapat dari konsentrasi metanol 20% dengan katalis asam 1% yaitu sebesar 58°C, dan pada konsentrasi metanol 20% dengan katalis asam 0.5% yaitu sebesar 54°C. Nilai titik nyala tersebut dianggap optimum, karena nilai yang dihasilkan lebih rendah daripada nilai titik nyala petrodiesel (solar). Hal ini menunjukkan bahwa *biofuel* ini memiliki performa yang sama atau bahkan lebih baik daripada solar.



Gambar 2. Tahapan pelaksanaan penelitian.

Tabel 3. Hasil uji *flash point* dengan berbagai variasi parameter pada proses Esterifikasi Asam.

No	Variasi Metanol (%)	H ₂ SO ₄ (%)	Temp (°C)	Waktu (Menit)	Nilai Flash Point (°C)
1	10	1	60	120	88
2	15	1	60	120	80
3	20	1	60	120	58
4	25	1	60	120	40
5	20	0.5	60	120	54
6	20	1	60	120	>100
7	20	1.5	60	120	>100
8	20	2	60	120	>100
9	20	1	30	120	>100
10	20	1	45	120	>100
11	20	1	60	120	>100
12	20	1	65	120	>100
13	20	1	60	60	>100
14	20	1	60	90	>100
15	20	1	60	120	>100

Esterifikasi Basa (Transesterifikasi)

Hasil pengujian titik nyala dari proses esterifikasi asam dan transesterifikasi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji *flash point* proses transesterifikasi dengan katalis asam 1%.

No	Esterifikasi Basa (Transesterifikasi)				Nilai Flash Point (°C)
	Variasi Metanol (%)	NaOH (%)	Temperatur (°C)	Waktu (Menit)	
1	10	1	60	120	28
2	15	1	60	120	38
3	20	1	60	120	22
4	25	1	60	120	16
5	20	0.5	60	120	16
6	20	1	60	120	21
7	20	1.5	60	120	19
8	20	2	60	120	17
9	20	1	30	120	16
10	20	1	45	120	17
11	20	1	60	120	18
12	20	1	65	120	21
13	20	1	60	60	20
14	20	1	60	90	20
15	20	1	60	120	20

Tabel 5. Hasil uji *flash point* proses esterifikasi dua tahap dengan katalis asam 1%.

No	Esterifikasi Asam				Esterifikasi Basa (Transesterifikasi)				Nilai Flash Point (°C)
	Metanol (%)	H ₂ SO ₄ (%)	Temp (°C)	Waktu (Menit)	Metanol (%)	NaOH (%)	Temp (°C)	Waktu (Menit)	
1	20	1	60	120	10	1	60	120	28
2	20	1	60	120	15	1	60	120	38
3	20	1	60	120	20	1	60	120	22
4	20	1	60	120	25	1	60	120	16
5	20	1	60	120	20	0.5	60	120	16
6	20	1	60	120	20	1	60	120	21
7	20	1	60	120	20	1.5	60	120	19
8	20	1	60	120	20	2	60	120	17
9	20	1	60	120	20	1	30	120	16
10	20	1	60	120	20	1	45	120	17
11	20	1	60	120	20	1	60	120	18
12	20	1	60	120	20	1	65	120	21
13	20	1	60	120	20	1	60	60	20
14	20	1	60	120	20	1	60	90	20
15	20	1	60	120	20	1	60	120	20

Di dalam variasi penambahan katalis NaOH ini, parameter konsentrasi metanol 20%, temperatur reaksi 60°C, dan waktu reaksi 120 menit yang digunakan adalah sama (tabel 7).

Hasil penambahan konsentrasi NaOH mengalami nilai fluktuatif yang sama dengan hasil penambahan konsentrasi metanol. Penyebab nilai yang fluktuatif dari pengujian titik nyala dengan perbedaan konsentrasi metanol dan NaOH diakibatkan oleh reaksi yang berlangsung dengan tidak sempurna.

Dari tabel 8 dapat dilihat hasil uji titik nyala pada temperatur 30°C menghasilkan nilai titik nyala yang meningkat seiring dengan meningkatnya variasi temperatur proses reaksi. Hal ini dapat disebabkan oleh jumlah metanol yang terkandung di dalam biodiesel yang dihasilkan. Jika melihat titik nyala yang rendah (16°C) pada variasi temperatur 30°C dapat disebabkan masih banyaknya metanol yang belum bereaksi dengan trigliserida untuk menghasilkan metil ester (biodiesel), sedangkan nilai titik nyala yang tinggi (21°C) pada variasi temperatur 65°C dapat disebabkan sebagian besar metanol telah bereaksi dengan trigliserida menjadi metil ester.

Untuk mencapai hasil yang diinginkan, didalam penelitian ini juga dilakukan variasi lamanya proses reaksi. Nilai titik nyala yang dihasilkan dengan waktu reaksi 60 menit adalah 20°C, pada waktu reaksi 90 menit titik nyala yang dihasilkan adalah 20°C, dan pada waktu reaksi 120 menit juga dihasilkan nilai titik nyala yang sama yaitu 20°C. Hal ini menunjukkan tidak adanya perbedaan hasil uji nilai titik nyala dengan variasi waktu reaksi (tabel 9).

Tabel 6. Hasil uji *flash point* pada tahap esterifikasi basa dengan Variasi konsentrasi metanol.

No	Esterifikasi Basa				Nilai Flash Point (°C)
	Variasi Metanol (%)	NaOH (%)	Temperatur (°C)	Waktu (Menit)	
1	10	1	60	120	28
2	15	1	60	120	38
3	20	1	60	120	22
4	25	1	60	120	16

Tabel 7. Hasil uji *flash point* pada tahap esterifikasi basa dengan Variasi konsentrasi NaOH.

No	Esterifikasi Basa				Nilai Flash Point (°C)
	Variasi Metanol (%)	NaOH (%)	Temperatur (°C)	Waktu (Menit)	
1	20	0.5	60	120	16
2	20	1	60	120	21
3	20	1.5	60	120	19
4	20	2	60	120	17

Tabel 8. Hasil uji *flash point* pada tahap esterifikasi basa dengan Variasi temperatur reaksi.

Nama Sampel	Esterifikasi Basa				Nilai Flash Point (°C)
	Variasi Metanol (%)	NaOH (%)	Temperatur (°C)	Waktu (Menit)	
C1	20	1	30	120	16
C2	20	1	45	120	17
C3	20	1	60	120	18
C4	20	1	65	120	21

Tabel 9. Hasil uji *flash point* pada tahap esterifikasi basa dengan variasi waktu reaksi.

No	Esterifikasi Basa				Nilai Flash Point (°C)
	Variasi Metanol (%)	NaOH (%)	Temperatur (°C)	Waktu (Menit)	
1	20	1	60	60	20
2	20	1	60	90	20
3	20	1	60	120	20

Tabel 10. Hasil uji *flash point* pada tahap esterifikasi basa dengan Variasi konsentrasi metanol.

No	Esterifikasi Basa (Transesterifikasi)				Nilai Flash Point (°C)
	Variasi Metanol (%)	NaOH (%)	Temperatur (°C)	Waktu (Menit)	
1	10	1	60	120	38
2	15	1	60	120	24
3	20	1	60	120	20
4	25	1	60	120	16

Tabel 11. Hasil uji *flash point* proses esterifikasi dua tahap dengan katalis asam 0.5%.

No	Esterifikasi Asam				Esterifikasi Basa (Transesterifikasi)				Nilai Flash Point (°C)
	Metanol (%)	H ₂ SO ₄ (%)	Temp (°C)	Waktu (Menit)	Metanol (%)	NaOH (%)	Temp (°C)	Waktu (Menit)	
1	20	0.5	60	120	10	1	60	120	38
2	20	0.5	60	120	15	1	60	120	24
3	20	0.5	60	120	20	1	60	120	20
4	20	0.5	60	120	25	1	60	120	16
5	20	0.5	60	120	20	0.5	60	120	17
6	20	0.5	60	120	20	1	60	120	18
7	20	0.5	60	120	20	1.5	60	120	18
8	20	0.5	60	120	20	2	60	120	20
9	20	0.5	60	120	20	1	30	120	32
10	20	0.5	60	120	20	1	45	120	19
11	20	0.5	60	120	20	1	60	120	18
12	20	0.5	60	120	20	1	65	120	17
13	20	0.5	60	120	20	1	60	60	18
14	20	0.5	60	120	20	1	60	90	20
15	20	0.5	60	120	20	1	60	120	19

Hasil uji nilai titik nyala proses transesterifikasi (esterifikasi basa) pada Tabel 11 dengan variasi penambahan konsentrasi metanol, menunjukkan penurunan nilai titik nyala yang berbanding lurus dengan penambahan konsentrasi metanol.

Biodiesel yang dihasilkan dengan variasi penambahan konsentrasi metanol sangat mudah untuk terbakar karena memiliki nilai titik nyala yang rendah daripada standar baku ASTM D93 untuk nilai flash point yaitu 100°C. Rendahnya nilai flash point dapat disebabkan adanya kandungan alkohol yang berlebih. Alkohol yang berlebih berasal dari penambahan metanol pada tahap pertama dan tahap kedua.

Tabel 12. Hasil uji *flash point* pada tahap esterifikasi basa dengan variasi konsentrasi NaOH.

No	Esterifikasi Basa (Transesterifikasi)				Nilai Flash Point (°C)
	Variasi Metanol (%)	NaOH (%)	Temperatur (°C)	Waktu (Menit)	
1	20	0,5	60	120	17
2	20	1	60	120	18
3	20	1,5	60	120	18
4	20	2	60	120	20

Tabel 13. Hasil uji *flash point* pada tahap esterifikasi basa dengan variasi temperatur reaksi.

No	Esterifikasi Basa (Transesterifikasi)				Nilai Flash Point (°C)
	Variasi Metanol (%)	NaOH (%)	Temp (°C)	Waktu (Menit)	
1	20	1	30	120	32
2	20	1	45	120	19
3	20	1	60	120	18
4	20	1	65	120	17

Dari tabel 12 dan 13 terlihat bahwa nilai titik nyala yang dihasilkan berbanding terbalik dengan pertambahan nilai temperatur reaksi. Berdasarkan penelitian dari Nez Perce Tribe (2003), alkohol yang berlebih pada biodiesel tidak akan memberikan masalah pada saat diaplikasikan untuk mesin diesel. Alkohol yang berlebih juga dapat dikurangi dengan cara memanaskan biodiesel sampai 69°C selama 15 menit (Tickell, 2003). Alkohol yang berlebihan akan mengakibatkan nilai *flash point* (titik nyala) menjadi lebih rendah, metil ester yang dihasilkan akan lebih mudah menyala pada saat pengkabutan diruang bakar mesin diesel (Kemp, 2006). Penambahan jumlah alkohol dalam pembuatan biodiesel akan berpengaruh pada nilai titik nyala, semakin tinggi konsentrasi alkohol akan menghasilkan biodiesel yang memiliki nilai titik nyala yang semakin rendah. Tetapi dengan penambahan konsentrasi metanol yang menyebabkan penambahan biaya dalam produksi biodiesel.

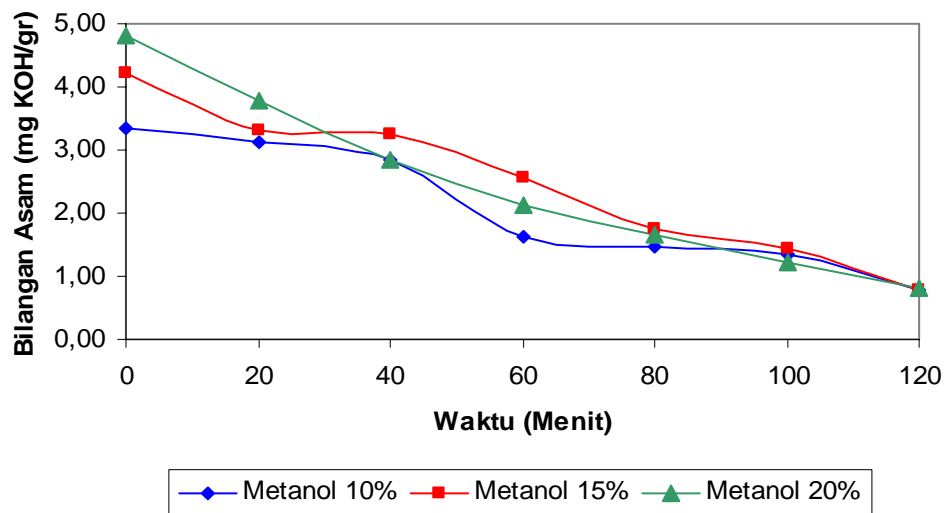
Biodiesel yang dihasilkan dengan variasi 10% metanol dan katalis basa 1%, memiliki keunggulan daripada biodiesel yang dihasilkan dengan variasi 15% metanol dan katalis basa 1%, karena menggunakan katalis asam dan metanol yang jumlahnya lebih sedikit. Hal ini memberikan keuntungan tersendiri dengan adanya penghematan dalam penggunaan konsentrasi katalis asam (total 0.5%) dan konsentrasi metanol (total 30%) untuk menghasilkan metil ester yang lebih baik daripada petrodiesel.

Dari hasil pengujian nilai titik nyala terjadi perbedaan nilai titik nyala yang cukup signifikan jika dilihat dari konsentrasi katalis H₂SO₄ yang ditambahkan, yang ternyata

mempengaruhi nilai titik nyala yang dihasilkan. Pada penambahan asam sulfat 0.5%, nilai uji yang didapat mengalami penurunan tingkat derajat titik nyala, sedangkan pada konsentrasi asam sulfat 1%, nilai uji yang didapat mengalami fluktuasi. Penambahan katalis asam sulfat mempengaruhi kecepatan reaksi dan nilai titik nyala pada proses esterifikasi asam.

Hasil Uji Bilangan Asam

Angka asam yang tinggi merupakan indikator biodiesel masih mengandung asam lemak bebas. Hal ini menandakan, biodiesel yang dihasilkan bersifat korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak di injektor mesin diesel (Prihandana, 2006).



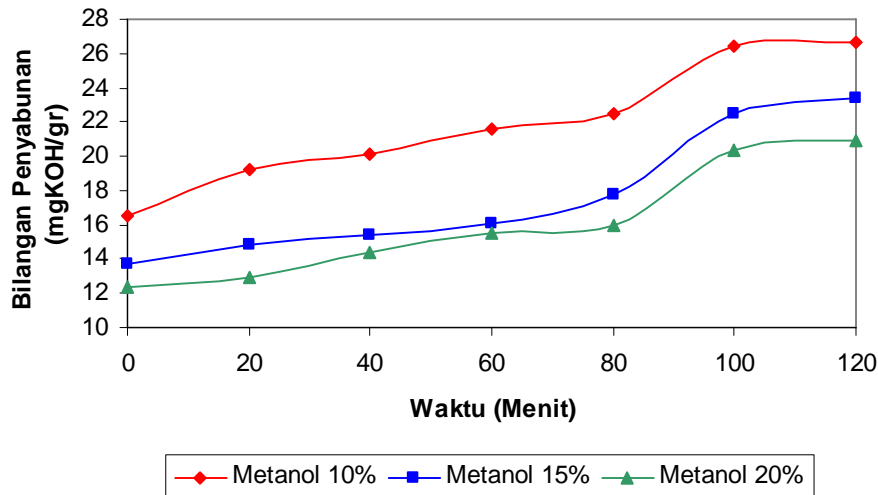
Gambar 3. Kurva bilangan asam pada konsentrasi Metanol 10%, 15% dan 20%.

Dari gambar 3 diatas dapat dilihat adanya penurunan bilangan asam yang paling signifikan terjadi pada konsentrasi metanol 20%. Pada awal proses transesterifikasi dengan konsentrasi metanol 20%, kandungan asamnya adalah 4.81 mg KOH/gr, setelah 60 menit kandungan asam adalah 2.11 mg KOH/gr dan setelah 120 menit kandungan asam menjadi 0.8 mg KOH/gr. Sedangkan pada konsentrasi metanol 10% dan 15%, penurunan bilangan asam tidak terlalu signifikan. Dengan metode esterifikasi 2 tahap yang dilakukan didalam penelitian ini, hasil uji bilangan asam menunjukkan penurunan maksimal dari seluruh variasi konsentrasi metanol adalah 0.8 mg KOH/gr. Hasil maksimal yang dicapai dengan metode esterifikasi 2 tahap ini, masih memenuhi standar baku biodiesel yang berlaku, yaitu ASTM D6751-02 dengan nilai maksimal kandungan asam 0.8 mg KOH/gr.

Hasil Uji Bilangan Penyabunan

Bilangan penyabunan adalah nilai banyaknya miligram KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan satu gram sampel biodiesel. Berikut adalah hasil uji bilangan penyabunan dengan variasi konsentrasi metanol 10%, 15%, dan 20% pada pembuatan biodiesel.

Hasil analisa pada gambar 4 menunjukkan hasil dari proses transesterifikasi dengan variasi metanol 10% memiliki nilai bilangan penyabunan tertinggi, yaitu 26.61 mg KOH/gr. Sedangkan untuk hasil analisa bilangan penyabunan pada variasi metanol 15% dan 20%, memiliki nilai 23.43 mg KOH/gr dan 20.87 mg KOH/gr.

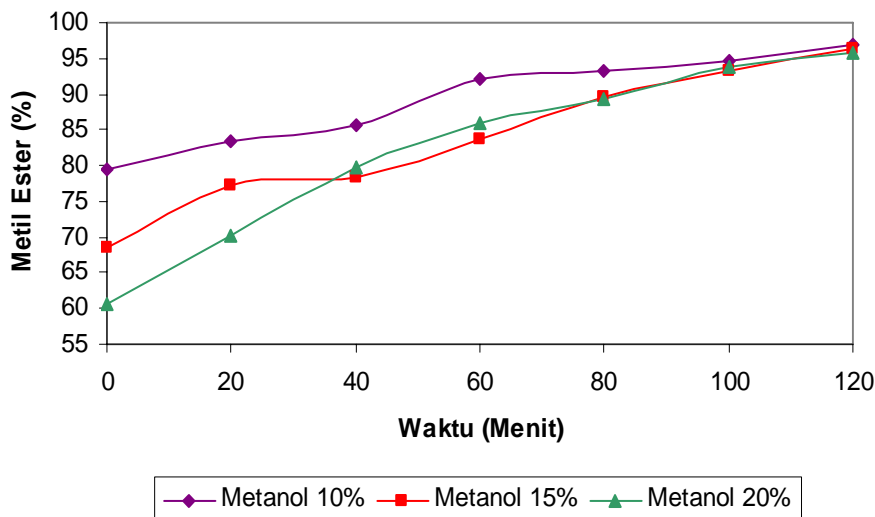


Gambar 4. Kurva bilangan penyabunan pada konsentrasi Metanol 10%, 15% dan 20%.

Untuk variasi metanol 20% memiliki potensi terjadinya penyabunan yang paling besar. Dengan potensi penyabunan yang besar, akan timbul masalah pada saat diaplikasikan kepada mesin diesel. Akan terbentuk busa pada tangki bahan bakar, akibat adanya tekanan dari saluran pipa balik bahan bakar dan disarankan untuk tidak mengisi penuh tangki bahan bakar (Sentra Teknologi Polimer, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan dengan proses transesterifikasi dengan variasi metanol 10% memiliki performa yang terbaik untuk hasil uji bilangan penyabunan.

Hasil Uji Kadar Metil Ester

Uji ini dilakukan untuk menentukan kadar metil ester yang terbentuk dalam proses transesterifikasi.



Gambar 5. Kurva hasil uji kadar Metil Ester pada konsentrasi Metanol 10%, 15% dan 20%.

Hasil uji metil ester didalam penelitian ini berbanding terbalik dengan penambahan konsentrasi metanol. Semakin tinggi konsentrasi metanol, metil ester yang terbentuk akan

semakin rendah. Hasil uji kadar metil ester ini berbanding terbalik dengan hasil uji bilangan asam. Pada konsentrasi metanol 10% dan katalis basa 1%, metil ester yang terbentuk pada awal reaksi adalah 79.39% dengan nilai bilangan asam 3.33 mg KOH/gr, setelah proses 120 menit metil ester yang terbentuk adalah 96.82% dengan nilai bilangan asam 0.79 mg KOH/gr. Hal ini menunjukkan asam lemak pada awal reaksi tahap kedua (3.33 mg KOH/gr) telah mengalami konversi menjadi metil ester yang ditandai dengan meningkatnya kadar metil ester. Menurut RSNI EB 020551, kandungan metil ester minimum yang dianjurkan adalah 96.5%. Maka hasil uji kadar metil ester pada konsentrasi metanol 10% memenuhi persyaratan minimum untuk kandungan metil ester sebanyak 96.82%.

Hasil Uji Kualitas Biodiesel

Pada penelitian ini dilakukan uji untuk kualitas biodiesel yang mengacu kepada standar nasional dan internasional untuk biodiesel. Untuk standar internasional digunakan ASTM D6751-02 dan standar baku mutu biodiesel Indonesia yaitu RSNI EB 020551. Untuk parameter yang di uji pada kualitas bahan bakar biodiesel yaitu *flash point*, indeks setana, titik tuang, API gravity, bilangan asam, bilangan penyabunan, kadar gliserol total, warna, dan kadar ester.

Tabel 15. Hasil uji kualitas biodiesel pada konsentrasi metanol 10%, katalis basa 1% dalam temperatur 60°C dan waktu proses 120 menit.

Parameter	Satuan	Nilai	Standar	Metode Uji
Bilangan Asam	Mg KOH/gr	0.41	≤0.8	AQCS Ca12-55
Bilangan Penyabunan	Mg KOH/gr	13.16	-	FBI A02 03
Gliserol Total	%	0	≤0.24	ASTM D6584
Kadar Ester	%	96.85	≥96.5	FBI A02 03
Titik Tuang	°C	-5	Max 18	ASTM D97
Warna	Skala warna ASTM	3.0	-	ASTM D1500
API Gravity	°	27	-	ASTM D1298
Mid. Boiling Point	°F	564.8	-	ASTM D86
Cetane Index	-	40.5	-	ASTM D976
Titik Nyala	°C	38	Min 100	ASTM D93

KESIMPULAN

Dari hasil test pendahuluan terhadap minyak goreng bekas, nilai asam lemak bebas (*free fatty acid*) yang terkandung adalah 15%. Yang menunjukkan kandungan asam lemak bebas sangat tinggi, oleh karena itu dilakukan proses esterifikasi dua tahap, yaitu esterifikasi asam dan esterifikasi basa (transesterifikasi). Dari hasil penelitian ditentukan variasi terbaik untuk proses esterifikasi asam adalah variasi konsentrasi metanol 20%, katalis asam kuat H₂SO₄ 1% dengan hasil uji titik nyala 58°C dan variasi konsentrasi metanol 20%, katalis asam kuat H₂SO₄ 0.5% dengan hasil uji titik nyala 54°C. Dari hasil percobaan, ditentukan variasi terbaik untuk proses transesterifikasi adalah variasi konsentrasi metanol 10%, katalis basa NaOH 1% dengan hasil uji titik nyala 38°C dan variasi konsentrasi metanol 15%, katalis asam kuat NaOH 1% dengan hasil uji titik nyala 38°C. Secara ekonomis variasi konsentrasi metanol

10% dengan katalis basa NaOH 1% merupakan hasil yang terbaik didalam penelitian ini. Hasil uji bilangan asam dan pembentukan metil ester untuk variasi konsentrasi metanol 10% dengan katalis NaOH 1%, variasi konsentrasi metanol 15% dengan katalis NaOH 1%, variasi konsentrasi metanol 20% dengan katalis NaOH 1% adalah sebagai berikut : Untuk variasi konsentrasi metanol 10% dengan katalis NaOH 1%, bilangan asam yang diperoleh adalah 0.79 mg KOH/gr dan kandungan metil ester 96.82%; Untuk variasi konsentrasi metanol 15% dengan katalis NaOH 1%, bilangan asam yang diperoleh adalah 0.79 mg KOH/gr dan kandungan metil ester 96.39%; Untuk variasi konsentrasi metanol 20% dengan katalis NaOH 1%, bilangan asam yang diperoleh adalah 0.8 mg KOH/gr dan kandungan metil ester 95.91%. Dari hasil percobaan dapat disimpulkan, proses produksi biofuel dengan konsentrasi metanol 10% dengan katalis NaOH 1% memberikan hasil yang terbaik. Kemudian dilakukan uji untuk standar biodiesel dengan hasil sebagai berikut, yaitu setana indeks 40.5 (ASTM D976), *mid. boiling point* 564.8 °F (ASTM D86), API Gravity 27 (ASTM D1298), warna 3.0 (ASTM D1500), titik tuang -5°C (ASTM D97), kadar ester 96.85% (FBI A02 03), gliserol total 0 (ASTM D6584), bilangan penyabunan 13.16 mg KOH/gr (FBI A02 03), bilangan asam 0.41 mg KOH/gr (AQCS Ca12-55). Minyak goreng bekas dapat diolah menjadi bahan bakar dengan melakukan proses esterifikasi dua tahap.

Daftar Pustaka

- Chongkong. S, et al. Biodiesel Production by Esterfication of Palm Fatty Acid Distillate. Departement of Chemical Engineering, Prince of Songkla University. Thailand, 2007.
- Hambali. Erliza dkk. "Jarak Pagar: Tanaman Penghasil Biodiesel". Penebar Swadaya. Depok, 2006.
- Hambali. Erliza dkk. Teknologi Bioenergi. Agromedia Pustaka. Jakarta, 2007.
- Prakoso dan Nuzulis. Potensi Biodiesel Indonesia, Departemen Teknik Kimia ITB, Bandung, 2006
- Prihandana, dkk. Menghasilkan Biodiesel Murah: Mengatasi Polusi & Kelangkaan BBM. Agromedia Pustaka. Jakarta, 2006.