

SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF SOLAR

Sri Wahyuni, Sri Kadarwati, Latifah

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

Abstrak. Telah dilakukan penelitian untuk mensintesis biodiesel dari bahan baku jelantah. Biodiesel merupakan sumber energi alternatif yang potensial untuk mengganti bahan bakar solar dari minyak bumi. Jelantah sebagai bahan baku pembuatan biodiesel berasal dari minyak kelapa sawit yang telah dipergunakan untuk keperluan rumah tangga. Jelantah atau minyak kelapa sawit bekas bersifat *renewable* (dapat diperbaharui), adapun minyak bumi sebagai bahan baku solar bersifat *nonrenewable*. Penelitian ini menghasilkan biodiesel dengan sifat fisik sebagai berikut: Densitas 873,5, korosi lempeng tembaga 1, CCR 0,073%, kadar air 0,16%, viskositas 4,649, titik kabut 21, dan Flash point 174,5. Hasil ini menunjukkan bahwa kriteria biodiesel hampir memenuhi standart ASTM D 6751. Unjuk kerja biodiesel dalam mesin diesel dilakukan di Lab. Teknik Mesin UNNES. Biodiesel dicampur dengan solar dengan komposisi 10 % dan 20% dan kemudian dilakukan uji kinerjanya. Hasil uji menunjukkan bahwa biodiesel 10% dan 20% menghasilkan emisi gas buang yang lebih bersih dibanding solar murni dan waktu pembakaran yang lebih lama. Biodiesel 20 % lebih baik dibanding 10%.

Kata Kunci : jelantah, biodiesel, uji unjuk kerja

PENDAHULUAN

Kebutuhan minyak bumi yang semakin besar merupakan tantangan yang perlu diantisipasi dengan pencarian alternatif sumber energi yang lain. Minyak bumi merupakan sumber energi yang tak terbarukan, butuh waktu jutaan bahkan ratusan juta tahun untuk mengkonversi bahan baku minyak bumi menjadi minyak bumi. Peningkatan jumlah konsumsi minyak bumi menyebabkan menipisnya jumlah minyak bumi. Salah satu jenis bahan bakar pengganti yang sangat potensial untuk dikembangkan adalah *fatty acid methyl ester* (FAME) atau dikenal dengan nama biodiesel, yaitu bahan bakar alternatif pada mesin diesel yang berasal dari minyak nabati yang dapat diperbaharui. Berbagai jenis minyak nabati dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel, misalnya minyak kelapa, CPO, minyak jelantah, minyak jarak, minyak kacang tanah, minyak bunga matahari, minyak kelapa sawit dan minyak biji kapuk.

Minyak jelantah dapat dipilih sebagai bahan baku karena mudah diperoleh dan merupakan limbah yang merupakan sisa hasil penggorengan bahan makanan baik yang dihasilkan pabrik makanan tertentu maupun penjual makanan gorengan yang banyak terdapat di Indonesia. Jelantah

banyak dipakai lagi terutama oleh pedagang makanan gorengan walapun hal ini merugikan kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Apabila tidak dipakai lagi hal ini merugikan pedagang makanan tersebut. Dengan tujuan untuk memanfaatkan jelantah secara optimal maka jelantah dipilih sebagai alternatif bahan baku untuk mensintesis biodiesel.

Penggunaan biodiesel memberikan banyak keunggulan, yaitu (Tickell 2000:2), yaitu : tidak memerlukan modifikasi mesin diesel yang telah ada, bersifat *biodegradable*, tidak beracun dan emisi polutan yang dihasilkan lebih rendah kadarnya dibanding pada solar, tidak memperparah efek rumah kaca karena siklus karbon yang terlibat pendek dan kandungan energinya hampir sama dengan petroleum diesel.

Uraian tersebut cukup untuk dijadikan alasan bahwa masih perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan energi alternatif selain minyak bumi yang semakin berkurang jumlah cadangannya. Tujuan utama penelitian untuk mengembangkan energi alternatif ini adalah: memperoleh kondisi operasi yang optimal untuk mengolah minyak jelantah menjadi biodiesel melalui proses transesterifikasi menggunakan katalis KOH, mengetahui kualitas biodiesel dari minyak jelantah dengan mengidentifikasi sifat fisiknya, mengetahui *performance* (unjuk kerja) biodiesel dari minyak jelantah yang diujikan pada mesin diesel.

Zaher (dalam Schuchardt *et al.* 1998:207) menyatakan bahwa minyak nabati merupakan sumber energi terbaharukan dan memiliki kadar energi yang mirip dengan minyak diesel. Penggunaan minyak nabati secara langsung dapat menimbulkan masalah pada mesin. Hal ini disebabkan viskositas yang dimiliki minyak nabati yang tinggi (sekitar 11-17 kali lebih tinggi dari pada bahan bakar diesel) dan volatilitas yang rendah. Viskositas yang tinggi dari minyak nabati disebabkan adanya percabangan pada rantai karbonnya yang cenderung panjang. Viskositas ini dapat dikurangi dengan mereaksikan minyak nabati dan alkohol rantai pendek menghasilkan ester dan gliserol.

Sebagaimana minyak nabati pada umumnya, minyak jelantah memiliki kekentalan yang relatif tinggi dibandingkan dengan minyak solar dari fraksi minyak bumi. Kekentalan ini dapat dikurangi dengan memutus percabangan rantai karbon tersebut melalui proses transesterifikasi menggunakan alkohol rantai pendek, misalnya metanol atau etanol (Setyawardhani 2003). Metanol lebih disukai karena memiliki reaktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan etanol.

Reaksi transesterifikasi berjalan lambat, maka diperlukan katalis untuk menurunkan energi aktivasi dan mempercepat reaksi. Katalis dapat berupa asam, basa, atau enzim (Groggins 1958:1; Ming *et al.* 1999:83; Kose dan Tuter 2002:1). Katalis basa memiliki keunggulan dibandingkan dengan katalis asam dari segi kecepatan, kesempurnaan reaksi, dan tidak memerlukan suhu operasi yang tinggi untuk menjalankan reaksi. Suhu operasi yang relatif rendah memberikan keuntungan berupa kebutuhan energi untuk proses yang rendah pula sehingga akan menurunkan biaya operasi (Swern 1982:1). Pada penelitian ini dipilih katalis basa berupa KOH dengan

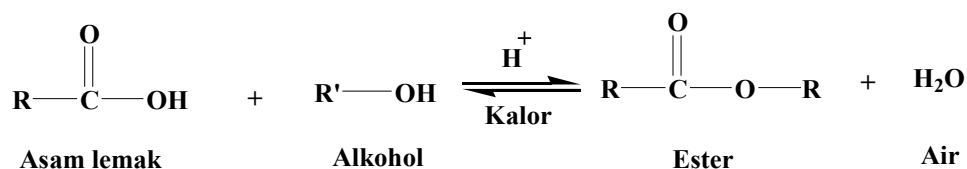
pertimbangan bahwa katalis ini bersifat stabil dan menghasilkan biodiesel dengan karakteristik yang baik (Ardiyanti dkk. 2003:2).

FAME atau biodiesel adalah senyawa ester asam lemak yang dihasilkan dari proses transesterifikasi minyak (trigliserida) maupun esterifikasi asam lemak yang berasal dari minyak nabati atau hewani dengan alkohol rantai pendek (Azis 2005:6). Beberapa jenis minyak nabati yang pernah dikaji sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel misalnya adalah: minyak biji karet (Ramadhas *et al.* 2005:1), minyak jelantah (Azis 2005:21), minyak zaitun (Dorado *et al.* 2004:1457), minyak kacang tanah (Setyawardhani 2003), minyak sawit (Yoeswono 2006:1; Purnavita 2003:1; Darnoko and Cheryan 2000:1263), minyak kelapa (Purwono *et al.* 2003:1), minyak katul/ kulit padi (Yu *et al.* 2003:1), *Crude Palm Oil* (Prakosa *et al.* 2003:1), margarine-bunga matahari (Ming *et al.* 1999:83), dan minyak biji kapuk (Sofiyah 1995:1; Kusmiyati 1999:1).

Setiap negara umumnya mempunyai spesifikasi standar untuk masing-masing jenis bahan bakar. Amerika memiliki spesifikasi standart yang diacu dari standart yang dikeluarkan oleh ASTM (*American Society for Testing and Materials*) yaitu ASTM D 6751. Indonesia saat ini juga sudah mempunyai spesifikasi standar untuk biodiesel alkil ester, yaitu SNI 04-7182-2006. Tampaknya SNI untuk biodiesel ini tidak berbeda jauh dengan standar ASTM untuk bahan bakar tersebut.

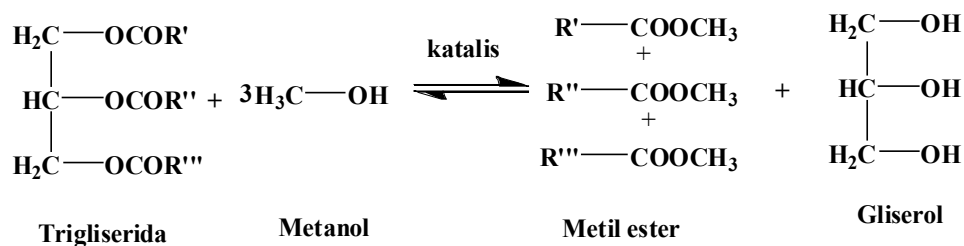
Jelantah adalah minyak goreng yang telah dipergunakan sehingga mengalami penurunan kualitas. Namun demikian, jelantah sebagaimana minyak tetap merupakan triester gliserol dari asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Hampir semua minyak murni mengandung 98% trigliserida sedangkan 2% merupakan komponen non-trigliserida seperti monogliserida dan digliserida, asam lemak bebas, fosfolipid, tokoferol, serta sedikit komponen zat warna. Minyak dapat bersumber dari tanaman, misalnya kelapa sawit, jagung, kedelai, dan bunga matahari. Minyak dapat juga bersumber dari hewan, misalnya ikan paus dan ikan sarden (Ketaren, 1986).

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 diumpankan mengandung asam lemak bebas tinggi (>1%). Dengan esterifikasi, kandungan asam lemak bebas dapat dihilangkan dan diperoleh tambahan ester. Dalam proses esterifikasi, pereaksinya bukan berasal dari senyawa ester melainkan dari senyawa asam lemak, reaksinya (Fessenden 1995:126) adalah sebagai berikut:



Bagan 1. Reaksi esterifikasi

Adapun transesterifikasi adalah salah satu tipe reaksi dalam kimia organik, yaitu reaksi untuk mengubah senyawa ester menjadi bentuk ester lainnya melalui pertukaran gugus alkoksi. Bila ester direaksikan dengan suatu alkohol, maka proses transesterifikasi ini disebut dengan alkoholisis. Alkohol rantai pendek yang dapat digunakan untuk reaksi esterifikasi adalah metanol dan etanol. Metanol lebih disukai karena murah dan memiliki reaktivitas lebih tinggi dari pada etanol. Hasil dari reaksi transesterifikasi antara trigliserida dengan metanol ini adalah senyawa *fatty acid methyl ester* (FAME) atau dikenal juga sebagai biodiesel. Persamaan-reaksinya-dapat-dituliskan-sebagai berikut:



Bagan 2. Reaksi Transesterifikasi

METODE

Penelitian ini akan mengkaji hasil optimum dari variasi rasio jelantah/metanol dengan katalis KOH pada reaksi transesterifikasi. Kandungan asam lemak bebas dalam minyak jelantah dapat dikurangi dengan reaksi esterifikasi sebagai reaksi pendahuluan sebelum transesterifikasi, yaitu mereaksikan minyak jelantah hasil preparasi dan metanol dengan bantuan katalis H_2SO_4 98%.

Reaksi transesterifikasi dilakukan pada kondisi operasi 60°C dengan mereaksikan minyak jelantah hasil esterifikasi dan metanol serta dikatalisis oleh KOH, untuk menghasilkan metil ester dan gliserol. Metil ester tersebut akan muncul diatas gliserol dan keduanya dapat dipisahkan dengan menggunakan pipet ataupun dengan corong pisah. Hasil terbaik dari variasi katalis dan rasio jelantah/metanol dapat diketahui baik secara kualitatif, yaitu dengan pengamatan terhadap terbentuknya gliserol yang mengendap didasar labu serta metil ester yang berada diatasnya, maupun secara kuantitatif, yaitu dengan pengujian menggunakan GC untuk melihat konversi jelantah menjadi metil ester. Hasil yang terbaik ini kemudian dianalisis sifat-sifat fisis dan diuji *performancenya* (unjuk kerja).

Urutan pekerjaan yang harus dilakukan adalah: **preparasi**, yaitu menyiapkan minyak jelantah yang bersih. Pertama jelantah diadsorpsi dengan menggunakan arang aktif granular sebesar 20% berat minyak. Aduk dengan pemanasan $90 - 100^\circ\text{C}$ selama 30 menit, kemudian disaring. Agar kadar air menghilang maka jelantah ini perlu dioven pada 100°C selama 1 jam.

Tahap selanjutnya adalah **reaksi esterifikasi**, dilaksanakan pada kondisi operasi 50^o C selama 1 jam, katalis asam sulfat (98%) sebesar 0,5% volume minyak, dan metanol sebesar 20% volume minyak. Campuran diaduk dengan kecepatan pengadukan rendah. Suhu dijaga konstan 50^o C selama 1 jam. Selanjutnya tetap dilakukan pengadukan tetapi pemanasan dihentikan. Selanjutnya campuran didiamkan selama minimal 8 jam atau semalaman. Setelah itu campuran dinetralkan dengan menggunakan air sampai pH campuran netral dan kemudian dipanaskan sampai 100^o C agar sisa air menguap.

Tahap yang ketiga adalah **reaksi transesterifikasi**, dilaksanakan pada kondisi operasi variasi rasio jelantah terhadap metanol dan katalis KOH 1,0% dan suhu 60^o C – 70^o C selama 1 jam. Reaksi dilakukan dalam reaktor berupa labu leher tiga yang dilengkapi dengan pengaduk dan pendingin. Dilakukan terhadap variasi rasio volume jelantah/metanol 3 : 1; 4 : 1 dan 5 : 1. Tahapannya adalah sebagai berikut: Campuran hasil esterifikasi sebanyak 80 ml dipanaskan hingga mencapai suhu 60^o C kemudian pada saat yang sama, katalis KOH sebanyak 1% dari berat minyak hasil esterifikasi dilarutkan ke dalam metanol (p.a 99%) dengan volume sebanyak 20 ml. Hal yang sama dilakukan untuk katalis NaOH. Larutan kalium metoksida tersebut dipanaskan secara terpisah hingga dicapai suhu yang sama. Kemudian tuangkan larutan kalium metoksida ke dalam reaktor secara cepat, aduk campuran tersebut dan suhu dijaga konstan selama 1 jam. Setelah 1 jam, pemanasan dan pengadukan dihentikan dan selanjutnya dilakukan pemurnian produk.

Tahap terakhir adalah **pemurnian produk**, produk yang dihasilkan dari kondisi optimal proses didiamkan selama 12 jam untuk memisahkan biodiesel dari gliserol. Lapisan atas adalah biodiesel berwarna kuning dan lapisan bawah gliserol. Setelah dipisahkan dari gliserol, kemudian metanol sisa reaksi transesterifikasi dipisahkan dari produk dengan cara dipanaskan sampai suhu mencapai 74^o C, dan biodiesel dicuci dengan air sampai pH biodiesel menjadi netral (pH = 7). Setelah pencucian, biodiesel dipanaskan sampai suhu 100^o C untuk menghilangkan sisa air.

Pengujian terhadap **sifat fisis dan kimia** terhadap biodiesel meliputi : massa jenis pada 40^o C (ASTM D 1298), viskositas kinematik (ASTM D 445), titik kabut (ASTM D 97), lempeng tembaga (3 jam pada 100^o C) (ASTM D 130), residu karbon dalam contoh asli (ASTM D 189), kadar air (ASTM D 95), dan *flash Point PMCC* (ASTM D 93).

Adapun pengujian terhadap **performance biodiesel** pada mesin diesel adalah dengan cara mencampur biodiesel hasil sintesis dengan solar dengan beberapa variasi dan kemudian diujikan pada mesin diesel. Variasi yang digunakan antara campuran biodiesel hasil transesterifikasi jelantah : solar adalah 0 : 100, 10 : 90 (biodiesel 10%) dan 20 : 80 (biodiesel 20%). Beberapa karakteristik jelantah maupun biodiesel yang perlu diukur dalam penelitian adalah : *Kadar Asam Lemak Total, Kadar Asam Lemak Bebas, dan Jumlah gugus aktif trigliserida.*

Tabel 1. Syarat Mutu Biodiesel Ester Alkil (SNI 04-7182-2006)

No	Parameter	Metoda Uji	Satuan	Nilai
1	Massa jenis pada 40 °C	ASTM D 1298	kg/m ³	850-890
2	Viskositas kinetika pada 40 °C	ASTM D 445	mm ² /s(cSI)	2,3-2,6
3	Angka setana	ASTM D 93		min. 51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	ASTM D 2500	°C	min. 100
5	Titik kabut	ASTM D 130	°C	maks.18
6	Korosi lempeng pada tembaga (3jam pada 50 °C)	ASTM D 4530		maks. No 3
7	Residu karbon Dalam contoh asli, atau Dalam 10% ampas destilat	ASTM D 2709 atau ASTM D 1796	% Massa	Maks 0,05 Maks 0,30
8	Air dan sedimen	ASTM D 1160	%- Vol	maks.0,05
9	Temperatur destilasi 90%	ASTM D 874	°C	maks. 360
10	Abu Tersulfatkan	ASTM D 5453 atau ASTM D 1226	%-Massa	maks.0,02
11	Belerang	ASTM D 5453 atau ASTM D 1266	ppm-(mg/kg)	maks 10
12	Fosfor	AOCS Ca 12-55	ppm-(mg/kg)	maks. 100
13	Angka asam	AOCS Cd 14-56 atau ASTM D 1266	mg-KOH/g	mmaks.0,8
14	Gliserol bebas	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584	%-massa	maks. 0,02
15	Gliserol total	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584	%-Massa	maks. 0,24
16	Kadar ester aktif	Dihitung	%-Massa	maks. 96,5
17	Angka iodium	AOCS Cd 1-25	%-Massa (g-12/100 g)	maks. 115
18	Uji halphen	AOCS Cd 1-26		Negative

Catatan dapat di uji dengan ketentuan kandungan sedimen maksimum 0,01%-vol

(Sumber: SNI 04-7182-2006)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Esterifikasi adalah reaksi asam lemak bebas dengan alkohol yang dikatalisis oleh asam, seperti asam sulfat, asam fosfat, asam sulfonat, maupun asam klorida untuk membentuk ester dan gliserol. Esterifikasi merupakan reaksi pendahuluan yang dilakukan sebelum transesterifikasi. Esterifikasi ini bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas, sehingga akan meningkatkan metil ester yang dihasilkan (Ramadhas 2005:336). Pada penelitian yang dilakukan Berchmans (2007:1719), minyak jarak yang mengandung asam lemak bebas sebesar 14,90%, setelah dilakukan esterifikasi dengan menggunakan katalis H₂SO₄ sebesar 1% pada suhu 50°C dapat menurunkan asam lemak bebas sampai 0%.

Minyak jelantah yang digunakan dalam penelitian mempunyai nilai asam lemak bebas sebesar 11,5% sehingga perlu dilakukan perlakuan awal untuk menurunkan kandungan asam lemak

bebasnya. Asam lemak bebas yang tinggi jika bertemu dengan KOH akan bereaksi membentuk sabun, sehingga akan menghambat pembentukan produk dalam reaksi transesterifikasi. Setelah diesterifikasi kadar asam bebas berkurang menjadi 0,2 % sehingga kondisi ini kemudian diteruskan ke tahap transesterifikasi.

Optimasi reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel dari jelantah dilakukan dengan mereaksikan minyak jelantah hasil esterifikasi dan metanol dengan bantuan katalis KOH. Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan jumlah katalis KOH sebesar 1%. Suhu reaksi dibuat tetap yaitu pada 60°C. Pemeriksaan konversi metil ester dilakukan dengan menggunakan Kromatografi Gas (GC).

Penambahan katalis KOH berfungsi untuk mempercepat reaksi. Secara umum, kenaikan konsentrasi katalis akan menurunkan energi aktivasi untuk terjadinya reaksi kimia, sehingga meningkatkan jumlah molekul yang teraktifkan dan bereaksi membentuk metil ester (Setyawardhani 2005). Pada penelitian yang dilakukan Azis (2005:33-35) terhadap transesterifikasi minyak jelantah dengan menggunakan katalis KOH didapatkan hasil konversi metil ester optimum pada konsentrasi katalis 1% dengan suhu reaksi 60°C.

Pada penelitian ini, didapatkan konversi metil ester optimum pada rasio volume jelantah/metanol 4 : 1 dan konsentrasi katalisnya adalah 1 %. Pada transesterifikasi menggunakan katalis NaOH 1 % terjadi penurunan konsentrasi konversi metil ester sehingga dapat disimpulkan bahwa transesterifikasi menggunakan katalis KOH lebih baik daripada NaOH. Hal ini dapat disebabkan oleh terjadinya reaksi samping antara NaOH dengan minyak yang dikenal dengan saponifikasi yang menyebabkan hasil penyabunan berupa surfaktan yang menghalangi kontak antara minyak dan metanol, akibatnya kecepatan reaksi dan konversi metil ester yang dihasilkan menurun.

Tabel 2. Kandungan utama asam lemak dari minyak kelapa sawit (%)

Asam lemak	Kadar (%)	Rumus molekul
Asam miristat	1,1 - 2,5	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Asam palmitat	40 - 46	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Asam stearat	3,6 - 4,7	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Asam oleat	39 - 45	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Asam linoleat	7 - 11	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$

(Ketaren, 1986).

Tabel 3. Hasil Optimasi dengan variasi rasio volume Jelantah/metanol

No	Rasio Volume jelantah/Metanol	Katalis	Volume Yield(ml)	(%) volume Yield
1	3 : 1	KOH 1%	52	65,00
2	4 : 1	KOH 1%	61	76,25
3	5 : 1	KOH 1%	60	75,00
4	4 : 1	NaOH1%	57	71,25

Tabel 4. Hasil Pengujian Sifat Fisis Biodiesel

NO	METODA UJI		Biodiesel	
	UJI	ASTM	Jelantah	Standar
1	SG	D-1298	0,8745	-
2	<i>Density</i>	D-1250	873,5	850 – 890
3	Korosi Lempeng Tembaga	D-130	1b	3
4	CCR	D-189	0,073%	0,05
5	Kadar Air	D-95	0,16%	0,05
6	Viskositas	D-445	4,649	2,6-6,0
7	Titik Kabut	D-97	21	maks. 18
8	Flash Point PMCC	D-93	174,5	min. 100

Biodiesel yang diperoleh diujikan sifat-sifat fisisnya untuk dibandingkan dengan sifat fisis biodiesel standart.

1. Specific Gravity

Specific gravity ini diukur dengan menggunakan metode pemeriksaan ASTM D 1298 dan memberikan hasil 0,8745 sehingga *density*nya dapat diketahui sebesar 0,8735 g/cm³ atau 873,5 kg/m³. Nilai *density* ini hampir memenuhi syarat mutu biodiesel SNI yang memberikan rentang 850 – 890 kg/m³, hasil ini mendekati nilai yang diharapkan.

2. Korosi Lempeng Tembaga

Korosi lempeng tembaga diukur dengan metode analisa ASTM D 130 memberikan hasil 1b. Hal ini sudah memenuhi standart biodiesel ASTM D 6751 sebesar 3. Korosi lempeng tembaga merupakan ukuran tingkat korositas bahan bakar terhadap komponen-komponen dalam sistem bahan bakar yang terbuat dari tembaga atau kuningan.

3. Residu Karbon

Sisa karbon diukur dengan metode analisa ASTM D 189 memberikan hasil sebesar 0,073%. Sisa karbon ini lebih tinggi dibandingkan dengan biodiesel dan belum memenuhi standar mutu biodiesel sebesar 0,05 % maks berat, kemungkinan diakibatkan oleh adanya senyawa yang memiliki rantai karbon ≥ 18 , selain itu juga dapat disebabkan oleh sisa-sisa gliserol dan partikulat lain yang masih tersisa dalam biodiesel saat pencucian.

4. Kadar Air

Kadar air diukur dengan metode analisa ASTM D 95 memberikan hasil sebesar 0,16%. Kadar air ini belum memenuhi standar mutu biodiesel sebesar 0,05 % maks berat. Kadar air yang masih relatif tinggi diakibatkan oleh proses penguapan pada pemurnian biodiesel yang kurang sempurna.

5. Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik diukur dengan metode analisa ASTM D 445 memberikan hasil 4,649 cSt. Viskositas biodiesel dari jelantah ini relatif berada dalam range standart biodiesel SNI sebesar 2,6 – 6,0 cSt. Hasil ini lebih baik daripada viskositas biodiesel dari bahan lain misalnya biji karet yang nilainya masih relatif lebih tinggi dari standart ASTM.

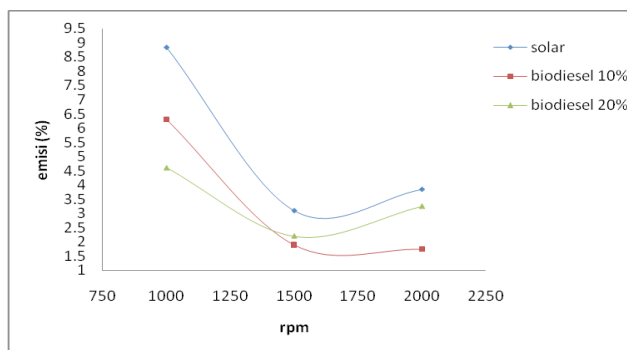
6. Titik Kabut

Titik kabut diukur dengan metode analisa D 97 dan memberikan hasil -24°C yaitu akan membeku pada suhu 21°C . Titik kabut ini masih relatif lebih tinggi dibandingkan dengan nilai standart mutu sifat fisis biodiesel ASAE EPX 552 sebesar 18°C maks. Namun demikian nilai ini sudah relatif mendekati standart nilai yaitu 18. Titik kabut perlu mendapatkan perhatian karena menyangkut sifat alir bahan bakar pada kondisi temperatur rendah.

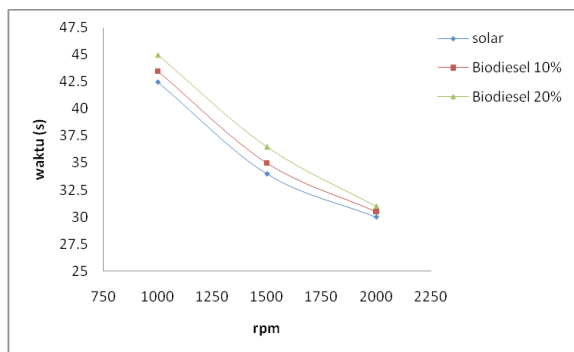
7. Flash Point PMCC (Pensky-Martens Closed Cup Tester)

Flash Point PMCC diukur dengan metode analisa D 93 dan memberikan hasil 66°C yaitu akan mulai menyala pada suhu $174,5^{\circ}\text{C}$. *Flash point* ini lebih rendah dibandingkan dengan minyak jarak dan minyak bunga matahari, serta belum memenuhi standar mutu sifat fisis biodiesel SNI D 93 sebesar 100°C min. Hal ini disebabkan sisa metanol dalam reaksi transesterifikasi yang belum hilang semuanya saat proses pemurnian biodiesel. Jadi proses purifikasi masih perlu mendapat perhatian agar menghasilkan kemurnian yang maksimal.

Produk yang diperoleh pada kondisi optimal dicampur solar dengan beberapa variasi untuk diujikan pada mesin diesel. Pada uji performace ini diamati emisi yang dihasilkan dari mesin diesel yang dijalankan dengan solar murni maupun campuran solar dengan biodiesel yang telah dibuat. Selain itu diamati juga perbandingan efisiensi pemakaian biodiesel dengan solar murni. Hasil pengamatan uji performance disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Grafik hubungan % emisi dengan rpm



Gambar 2. Grafik hubungan waktu dengan rpm

Gambar 2 menunjukkan emisi yang dihasilkan oleh mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar campuran solar dengan biodiesel hasil sintesis lebih rendah dibandingkan dengan solar murni (100%). Bahkan, semakin tinggi persentase biodiesel yang ditambahkan, emisi yang dihasilkan semakin rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa biodiesel hasil sintesis lebih ramah lingkungan karena emisi yang dihasilkan lebih rendah.

Gambar 2 menunjukkan biodiesel hasil sintesis lebih efisien dibandingkan dengan solar murni. Efisiensi ini dapat disimpulkan dari waktu pemakaian campuran antara solar murni dengan biodiesel hasil sintesis lebih lama dibandingkan solar murni pada variasi kecepatan putaran mesin (rpm). Berdasarkan hasil uji performance ini biodiesel hasil sintesis lebih ramah lingkungan dan lebih efisien sebagai campuran bahan bakar mesin diesel.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Proses transesterifikasi memberikan hasil yang bervariasi pada variasi rasio volume jelantah/methanol dengan katalis KOH 1%. Yield paling baik diperoleh pada rasio jelantah/methanol 4 : 1. Katalis KOH memberikan hasil yang lebih baik pada rasio jelantah/methanol yang sama disbanding katalis NaOH. Uji performance biodiesel pada mesin uji jenis DIESEL menunjukkan bahwa biodiesel ini cukup prospektif untuk dipilih sebagai alternatif pengganti solar. Hal ini bila dilihat bahwa emisi gas buangnya relatif lebih bersih daripada solar dan waktu pembakaran yang lebih lama. Beberapa sifat fisis metil ester (biodiesel) hasil penelitian memberikan hasil yang sudah memenuhi atau hampir memenuhi standart ASTM yaitu viskositas kinematik, kadar air, CCR, dan korosi lempeng tembaga, namun untuk densitas, titik kabut dan Flash point belum memenuhi mutu sifat fisis biodiesel yang disyaratkan.

Saran

Perlu dilakukan perlakuan awal atau pemurnian jelantah yang lebih baik agar diperoleh hasil reaksi yang lebih optimal. Selain itu juga perlu dilakukan uji kelayakan ekonomi untuk melihat peluang biodiesel sebagai alternatif energi pengganti solar.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, I. 2005. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dan Uji Performance Biodiesel pada Mesin Diesel. Yogyakarta: *Tesis diajukan kepada Sekolah Pasca Sarjana UGM.*
- Darnoko, D. and Cheryan. 2000. Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 77, 1263-1267.
- Dorado, M. P., Ballesteros, E., Mittelbach, M., Lopez, F. J. 2004. Kinetic Parameters Affecting Alkali-Catalyzed Transesterification Process of Used Olive Oil. *Energy & Fuels*, 18, 1457-1462.
- Fangrui, Ma and Milford, A., Hanna. 1999. *Biodiesel Production: a Review*. Bioresource Technology, 70 (1999) 1-15.
- Fessenden, R.J. dan J.S.Fessenden. 1995. *Organic Chemistry*. edisi keempat. Brooks Cole Publishing Company. Pacific Grove. California.
- Ju, Y. H., Vali, S. K., Jeng, H., Lei, C. C., Widjaja, A., Tjondronegoro, I., Musfil, A. S., and Rachmaniah, O. 2003. "Biodiesel dari Minyak Kelapa". *Yogyakarta: Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 16-17 September 2003.*
- Ketaren, S. 1986. *pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Kirk, R. E. and Othmer, D. F. 1992. *Encyclopedia of Chemical Technology*. The Interscience Encyclopedia Inc., New York.
- Kusmiyati. 1999. Kinetika Pembuatan Metil Ester Pengganti Minyak Diesel dengan Proses Metanolisis Tekanan Lebih dari 1 Atm. *Yogyakarta: Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca Sarjana UGM.*
- Ming, L. O., Ghazali, H. M., and Let, C. C.. 1999. Use of Enzymatic Esterification Palm-Steari-Sunflower Oil Blends in the Preparation of Table Margarine Formulation. *Food Chemistry*, 64, 83-88.
- Prakoso, T., Indra, B. K., dan Nugroho, R. H.. Esterifikasi Asam Lemak Bebas dalam CPO

untuk Produksi Metil Ester. *Yogyakarta: Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 16-17 September 2003.*

Rakesh, S. dkk. 2006. *Jatropha–Palm biodiesel blends: An optimum mix for Asia.* India: Indian Oil Corporation Ltd., R&D Centre, Sector-13.

Ramadhas, A. S., Mulareedharan, C., Jayaraj, S.. 2005. Performance and emission evaluation of e diesel engine fueled with methyls esters of rubber seed oil. *Renewable Energy, 30, 1789 – 1800.*

Setyawardhani. 2003. *Metanolisis Asam Lemak dari dari Minyak Kacang Tanah untuk Pembuatan Biodiesel.* *Yogyakarta: Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca Sarjana UGM.*
Standart Nasional Indonesia. 2006. "Biodiesel". SNI 04-7182-2006.

Swern, D. 1982. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products.* Vol. 2, 4-ed., John Wiley and Sons, New York.

Syah, Andi Nur Alam. 2006. *Biodiesel Jarak Pagar Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan.* Jakarta: PT. AgroMedia Pustaka.

Tickell, J.. 2000. *From the Fryer to the Fuel Tank,* 3rd ed.. Tickell Energy Consulting USA.

Ulf, Schuchardt., Ricardo Sercheli., and Rogerio Matheus Vargas.1998. *Transesterification of Vegetable Oils: aReview.* *J. Braz Chem Soc., Vol.9, No.1, 199-210.*