

## EFFECT OF PALM EMPTY BUNCH ASH ON TRANSESTERIFICATION OF PALM OIL INTO BIODIESEL

### *Pengaruh Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menjadi Biodiesel*

Johan Sibarani<sup>1</sup>, Syahrul Khairi<sup>1</sup>, Yoeswono<sup>2</sup>, Karna Wijaya<sup>1</sup> and Iqmal Tahir<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Physical Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup> Training Center BP Migas, Jl. Sorogo no 1, Cepu, Central Java, Indonesia

Received 12 September 2007; Accepted 28 September 2007

### ABSTRACT

*Biodiesel conversion from transesterification reaction palm oil with methanol was studied by using an ash of palm empty bunch as a base catalyst. Atomic absorption spectroscopy (AAS) and indicator titration analysis were used as tools for characterization of ash sample. Chemical structure of biodiesel was analyzed by GC-MS. The effects of ash sample weight (5, 10, 15, 20 and 25 g) immersed in 75 mL methanol and the methanol-palm oil mol ratio (3:1; 6:1; 9:1 and 12:1) toward the conversion of biodiesel were investigated. Biodiesel was prepared by refluxing palm oil and methanol containing ash sample. The reflux was done at room temperature for 2 h. Ester layer was distilled at 74 °C, extracted with aquadest and then dried using Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhydrous. The product was characterized by GC-MS, ASTM D 1298 (specific gravity 60/60 °F), ASTM D 97 (pour point), ASTM D 2500 (cloud point), ASTM D 93 (flash point), ASTM D 445 (kinematics viscosity 40 °C) and ASTM D 482 (ash content). The result of GC-MS analysis showed that methyl palmitate is primary content of biodiesel product. A 15 g weight of ash sample gave the maximum biodiesel conversion. By increasing methanol mole quantity, biodiesel conversion increased progressively and maximum at 9:1 methanol-palm oil ratio (84.12 %) and decreased on 12:1 ratio (75.58 %). Most of the biodiesel products were similar to those of the diesel physical characters.*

**Keywords:** Biodiesel conversion, transesterification, palm oil, palm empty bunch

### PENDAHULUAN

Kebutuhan minyak bumi yang semakin besar merupakan tantangan yang perlu diantisipasi dengan pencarian alternatif sumber energi. 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. Dari berbagai produk olahan minyak bumi yang digunakan sebagai bahan bakar, yang paling banyak digunakan adalah bahan bakar diesel, karena kebanyakan alat transportasi, alat pertanian, peralatan berat dan penggerak generator pembangkit listrik menggunakan bahan bakar tersebut.

Biodiesel merupakan salah satu solusi dari berbagai masalah tersebut. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pengganti minyak diesel yang diproduksi dari minyak tumbuhan atau lemak hewan. Penggunaan biodiesel dapat dicampur dengan petroleum diesel (solar) [1]. Biodiesel mudah digunakan, bersifat *biodegradable*, tidak beracun, dan bebas dari sulfur dan senyawa aromatik. Selain itu biodiesel mempunyai nilai *flash point* (titik nyala) yang lebih tinggi dari petroleum diesel sehingga lebih aman jika disimpan dan digunakan.

Penggunaan minyak kelapa sawit atau minyak nabati lainnya sebagai bahan bakar diesel menimbulkan suatu masalah karena tingginya viskositas yang dapat menyebabkan kerusakan pada mesin. Untuk mengatasinya dapat dilakukan pereaksian minyak dengan alkohol berantai pendek dengan bantuan katalis, proses ini dikenal dengan transesterifikasi atau alkoholisis. Transesterifikasi dengan katalis basa biasanya menggunakan logam alkali alkoksida, NaOH, KOH, dan NaHCO<sub>3</sub> sebagai katalis. Katalis basa ini lebih efektif dibandingkan katalis asam, konversi hasil yang diperoleh lebih banyak, waktu yang dibutuhkan juga lebih singkat serta dapat dilakukan pada temperatur kamar [2]. Logam dari basa terekstraksi ke dalam alkohol yang kemudian bereaksi dengan alkohol membentuk alkoksida yang bersifat nukleofilik, alkoksida akan menyerang gugus karbonil. Reaksi ini diikuti tahap eliminasi yang menghasilkan ester dan alkohol baru. Secara umum reaksi transesterifikasi minyak dengan alkohol dapat dituliskan pada Gambar 1.

Penggunaan katalis ini dapat diganti dengan menggunakan abu tandan kosong kelapa sawit (ATKKS), hasil pembakaran tandan kosong kelapa sawit yang berupa abu ternyata memiliki kandungan kalium yang cukup tinggi sebesar 30-40% sebagai K<sub>2</sub>O. Abu tandan ternyata memiliki komposisi 30-40%

\* Corresponding author. Tel/Fax : 0274-545188  
Email address : iqmal@ugm.ac.id

$K_2O$ , 7%  $P_2O_5$ , 9%  $CaO$ , 3%  $MgO$  dan unsur logam lainnya [3]. Dengan melarutkan sejumlah tertentu ATKKS ke dalam sejumlah tertentu alkohol (metanol atau etanol), logam kalium akan terekstraksi ke dalam alkohol dan diharapkan akan bereaksi lebih lanjut membentuk garam metoksida jika menggunakan metanol atau garam etoksida jika menggunakan etanol. Garam inilah yang akan membantu mempercepat proses transesterifikasi minyak nabati.

Telah diketahui, bahwa pengolahan kelapa sawit selain menghasilkan CPO (*Crude Palm Oil*) juga menghasilkan produk-produk samping dan limbah, yang bila tidak diperlakukan dengan benar akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Satu ton tandan buah segar kelapa sawit mengandung 230–250 kg tandan kosong kelapa sawit (TKKS), 130-150 kg serat, 65-65 kg cangkang dan 55-60 kg biji dan 160-200 kg minyak mentah [3]. Penggunaan tandan kosong kelapa sawit selama ini adalah sebagai substrat dalam budidaya jamur, bahan bakar boiler, dan dibakar untuk dimanfaatkan abunya.

Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa sawit dengan katalis abu tandan kosongnya diharapkan mampu mengatasi berbagai permasalahan, di antaranya meningkatkan nilai jual minyak kelapa sawit ketika produk kelapa sawit membanjir di pasaran, menambah khazanah penelitian bahan bakar alternatif, juga mengoptimalkan penggunaan kelapa sawit tidak hanya produk minyak tetapi juga limbah yang dihasilkan industri tersebut.

Pemanfaatan ATKKS untuk proses pembuatan biodiesel juga telah dikerjakan oleh tim penulis sebelumnya [4,5]. Yoeswono pertama kali menggunakan ATKKS sebagai katalis basa pada transesterifikasi minyak kelapa [4], selanjutnya Yoeswono juga menggunakan ATKKS sebagai katalis basa untuk mengkonversi minyak inti sawit menjadi biodiesel [5]. Pohon kelapa sawit pada dasarnya menghasilkan dua jenis minyak yakni minyak inti sawit dan minyak buah sawit (*Crude Palm Oil*, CPO). Minyak inti sawit lebih banyak digunakan sebagai bahan baku margarin, sedangkan CPO saat ini banyak digunakan sebagai bahan baku minyak goreng. Dari sisi ekonomi, harga CPO lebih murah sehingga lebih potensial apabila diolah untuk tujuan sebagai bahan baku biodiesel. Untuk itu tim peneliti menggunakan minyak kelapa sawit yang diperoleh dari CPO ini. Dengan demikian penelitian ini akan melengkapi pengetahuan tentang potensi ATKKS sebagai katalis basa untuk transesterifikasi.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Minyak kelapa sawit, ATKKS diperoleh dari limbah boiler pabrik minyak sawit di daerah sumatra selatan. Khemikalia yang digunakan terdiri dari metanol teknis

dari Brataco Chemika,  $Na_2SO_4$  anhidrat p.a (Merck), dan aquades.

### Alat

Peralatan untuk pembuatan biodiesel terdiri dari seperangkat alat gelas, satu set alat refluks (labu leher tiga kapasitas 500 mL termometer, pengaduk magnet, pemanas listrik, sistem pendingin), *stopwatch*, timbangan elektrik, seperangkat alat distilasi (labu distilasi 500 mL, pemanas listrik, sistem pendingin), penyaring 100 *mesh*, mortar dan cawan porselin, *oven*, GC-MS (Shimadzu QP-5000), *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Peralatan untuk analisis kualitas biodiesel terdiri dari ASTM D 1298, ASTM D 97, ASTM D 2500, ASTM D 93, ASTM D 445, dan ASTM D 482 (Laboratorium Pengujian Produksi Pusdiklat Migas)

### Prosedur Kerja

#### Preparasi Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit

ATKKS digerus dengan mortar dan disaring dengan penyaring *mesh* 100. Selanjutnya abu dikeringkan dalam *oven* pada temperatur 110°C selama 2 jam. Karakterisasi abu TKKS dilakukan dengan uji AAS dan titrasi indikator.

#### Proses Pembuatan Biodiesel

Sejumlah tertentu ATKKS direndam dalam 75 mL metanol ( $BM = 32,04 \text{ g mol}^{-1}$ ) selama  $\pm 48$  jam pada temperatur kamar. Ekstrak yang diperoleh dicukupkan volumenya sehingga diperoleh rasio mol metanol/minyak tertentu yang akan digunakan untuk melakukan transesterifikasi terhadap 250 g minyak goreng curah (dengan asumsi bahwa minyak goreng curah merupakan minyak kelapa sawit dengan  $BM = 704 \text{ g mol}^{-1}$ ).

Transesterifikasi dilakukan pada labu leher tiga kapasitas 500 mL, yang dilengkapi dengan pemanas listrik, termometer, pengaduk magnet, dan sistem pendingin, refluks dilakukan pada temperatur kamar. Ditimbang 250 g minyak goreng curah dan dituang dalam labu leher tiga, kemudian dirangkai dengan sistem pendingin. Sejumlah tertentu larutan metanol yang telah dipersiapkan dituang ke dalam labu leher tiga tersebut, dan pengaduk magnet dihidupkan. Waktu reaksi dicatat sejak pengaduk magnet dihidupkan.

Setelah reaksi berjalan 2 jam, pengadukan dihentikan, campuran yang terbentuk dituang dalam corong pemisah, dibiarkan terjadi pemisahan selama 2 jam pada temperatur kamar. Lapisan metil ester yang terbentuk dipisahkan dari lapisan gliserol, selanjutnya didistilasi sampai temperatur 74 °C untuk menghilangkan sisa metanol. Untuk menghilangkan sisa katalis dan gliserol dalam metil ester dilakukan pencucian dengan menggunakan aquades berulang kali, sampai diperoleh lapisan air yang jernih.

Kemudian metil ester dikeringkan dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat.

Prosedur proses transesterifikasi di atas dilakukan dengan variasi berat ATKKS (rasio mol metanol minyak 6 : 1, waktu reaksi 2 jam, temperatur kamar, dan kecepatan pengadukan dijaga konstan), variasi rasio mol metanol/minyak (berat abu terpilih, waktu reaksi 2 jam, temperatur kamar, dan kecepatan pengadukan dijaga konstan).

### Analisis Biodiesel

Lapisan metil ester yang telah dimurnikan ditimbang, sehingga dapat diketahui persentase hasil, dengan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ hasil} = 100 \times \frac{W_p}{W_B}$$

Keterangan:

$W_p$  = berat produk yang diperoleh, g,

$W_B$  = berat minyak, g.

Komposisi metil ester yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan GC-MS jenis pengionan EI (*Electron Impact*). Untuk menetapkan kesesuaian biodiesel yang dihasilkan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak solar, dilakukan analisis dengan beberapa metode-metode uji ASTM.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis kadar logam total dalam ATKKS dengan AAS, logam kalium merupakan kandungan logam terbesar yang terdapat dalam ATKKS sebesar 196,63 g/kg berat abu. Dengan temperatur pengabuan yang kurang dari 900 °C dimungkinkan kalium tersebut sebagai kalium karbonat. Kalium karbonat mempunyai kelarutan dalam metanol sebesar 16,500 ppm [6].

Untuk masing-masing berat abu (5; 10; 15; 20; dan 25 g) yang diekstrak dengan metanol, jumlah kalium yang terekstrak dapat ditampilkan seperti pada Tabel 1.

Untuk memastikan kalium yang terdapat pada ATKKS berada dalam bentuk senyawa kalium karbonat ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ), dapat diketahui melalui uji alkalinitas dengan metode titrasi indikator. Berdasarkan hasil data pengujian dapat diambil kesimpulan bahwa anion karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) merupakan anion yang paling dominan yang terdapat pada ATKKS dengan kadar sebesar 196,63 g/kg berat abu. Dengan demikian dapat dipastikan bahwa kalium yang terdapat dalam ATKKS berada dalam bentuk persenyawaan  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

Pada penentuan berat ATKKS maksimum, dilakukan variasi berat ATKKS yang direndam ke dalam 75 mL metanol selama 48 jam pada temperatur kamar, berat abu yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20 dan 25 g. *Specific gravity* digunakan sebagai indikator untuk melihat berat ATKKS terbaik yang dapat digunakan.

**Tabel 1.** Kadar kalium dalam ekstrak ATKKS dengan 75 mL metanol teknis

Berat abu TKKS, g	Kalium terekstraksi, mg
5,01	238,60
10,02	377,09
15,02	510,04
20,02	543,19
25,01	601,95

**Tabel 2.** *Specific gravity* biodiesel hasil transesterifikasi dengan variasi berat ATKKS

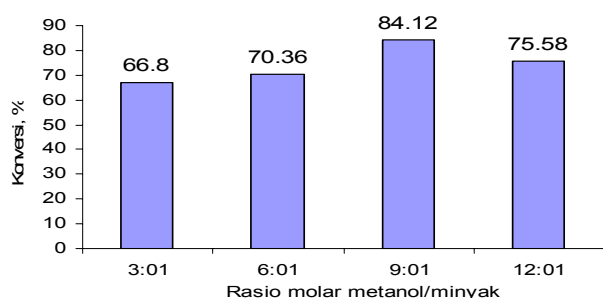
No	Berat ATKKS, g(1)	Rasio mol	Specific gravity 60/60°F
1	5	6:01	---
2	10	6:01	0,904
3	15	6:01	0,901
4	20	6:01	0,898
5	25	6:01	0,897

Keterangan : tanda --- menunjukkan hasil produk yang terlalu sedikit dan tidak mencukupi untuk keperluan analisis.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa biodiesel hasil transesterifikasi dengan menggunakan katalis ATKKS sebanyak 10 g memberikan *specific gravity* yang paling tinggi diantara abu dengan berat 15, 20, dan 25 g. Pada sistem dengan berat ATKKS sebesar 5 g, biodiesel tidak terbentuk dalam waktu reaksi selama 2 jam karena jumlah kalium yang terekstraksi untuk 5 g berat ATKKS terlalu sedikit, sehingga katalis tersebut belum efektif digunakan sebagai katalis dalam transesterifikasi.

Pengaruh rasio mol metanol-minyak terhadap konversi hasil metil ester diamati dengan memvariasi rasio mol metanol-minyak 3:1, 6:1, 9:1 dan 12:1. Reaksi seluruhnya dilakukan pada kondisi tetap yaitu katalis sebesar 15 g per 75 mL metanol, selanjutnya direfluks pada temperatur kamar. Konversi biodiesel dihitung dengan persamaan (1) sehingga diperoleh hasil seperti disajikan pada Gambar 1.

Dari Gambar 1 dapat dilihat pada rasio mol metanol-minyak kelapa sawit sebesar 9:1 memberikan hasil konversi biodiesel yang paling besar yaitu sebesar 84,12 %. Peningkatan rasio mol pereaksi diikuti dengan meningkatnya konversi metil ester yang dihasilkan sampai optimum pada rasio mol 9:1, kemudian terjadi penurunan konversi metil ester pada perbandingan mol reaktan 12:1. Konversi metil ester yang dihasilkan pada rasio mol 3:1 paling rendah (66,8 %) disebabkan oleh terjadinya reaksi penyabunan terhadap hasil ester yang terbentuk. Hal yang sama terjadi pada rasio mol 6:1 meskipun sabun yang terbentuk lebih sedikit. Reaksi penyabunan/saponifikasi ini disebabkan oleh adanya air.



**Gambar 1.** Rasio minyak-metanol dengan konversi biodiesel

Meskipun keberadaan air tak dapat dihindari, ternyata pada rasio mol 9:1 dan 12:1 tidak terbentuk padatan sabun. Penggunaan metanol yang berlebihan semakin memperlambat laju hidrolisis (penyabunan) terhadap ester karena metanol dalam bentuk ion metoksida bereaksi cepat dengan trigliserida menghasilkan metil ester. Akan tetapi pada rasio mol 9:1 dan 12:1 terbentuk semacam emulsi yang agak sulit dipisahkan dalam campuran metil ester. Hal ini disebabkan metanol yang berlebihan melarutkan gliserol yang konsentrasinya semakin meningkat. Emulsi yang terbentuk pada rasio mol 12:1 lebih sulit dipisahkan daripada rasio mol 9:1. Dengan demikian penambahan rasio mol metanol-minyak cenderung menyebabkan emulsi dalam campuran metil ester sekaligus menyulitkan pengambilan kembali gliserol yang larut dalam metanol. Emulsi akan hilang dengan pendiaman beberapa lama (2-3 hari) serta melalui penyaringan.

Penurunan konversi pada rasio 12:1 kemungkinan juga disebabkan oleh metanol yang berlebihan larut dalam gliserol yang terbentuk. Akibatnya metanol yang bereaksi dengan trigliserida untuk membentuk metil ester semakin berkurang. Selain itu dengan adanya peningkatan hasil ester dan gliserol yang terus terbentuk selama reaksi berlangsung mengakibatkan reaksi dapat berbalik arah membentuk senyawa antara seperti monogliserida. Hal ini

sebagaimana dinyatakan oleh Krisnangkura dan Simamaharrnop dalam Encinar *et al.* bahwa keberadaan gliserol dapat menyebabkan kesetimbangan kembali bergeser ke arah kiri (reaktan) sehingga mengurangi hasil ester [1]. Peningkatan konversi metil ester seiring penambahan mol metanol juga berkaitan dengan distribusi katalis antara lapisan ester dan lapisan gliserol. Pada transesterifikasi minyak kelapa dengan rasio mol 3:1 dimungkinkan katalis lebih tertarik ke lapisan gliserol dan hal ini sesuai literatur bahwa untuk rasio molar metanol/minyak 3:1, katalis lebih tertarik ke lapisan gliserin [1]. Oleh karenanya katalis tidak cukup tersedia pada lapisan ester, yang menyebabkan transesterifikasi tidak berjalan sempurna. Dengan kata lain tidak seluruh trigliserida bereaksi membentuk metil ester. Selanjutnya menurut Junek dan Mittel, metanol yang berlebihan mengakibatkan distribusi katalis semakin merata di kedua lapisan ester dan gliserol. Dengan didasari oleh pernyataan tersebut maka pada eksperimen ini ditunjukkan bahwa penggunaan metanol berlebih yang menyebabkan distribusi katalis semakin merata pada lapisan ester dan lapisan gliserol ternyata diikuti oleh peningkatan konversi metil ester sampai batasan optimum pada rasio mol metanol-minyak 9:1.

Analisis dengan menggunakan GC-MS bertujuan untuk mengetahui komponen-komponen yang terdapat dalam biodiesel serta mengetahui kuantitas masing-masing komponen tersebut. Persentase dari komponen biodiesel hasil konversi dari minyak kelapa sawit disajikan dalam Tabel 3.

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa metil palmitat merupakan komponen utama penyusun biodiesel dengan persentase paling besar, karena asam palmitat pada trigliserida (minyak) kelapa sawit merupakan komponen terbesar. Pada konversi biodiesel dari perbandingan 9:1 diperoleh metil palmitat sebesar 46,79 %, kemudian diikuti dengan metil laurat sebagai komponen kedua terbanyak sebesar 18,25 % dan sisanya adalah metil ester yang berasal dari asam-asam lemak lain penyusun minyak kelapa sawit, yaitu

**Tabel 3.** Data GC-MS Komponen biodiesel hasil transesterifikasi dengan variasi mol reaktan

Nama senyawa	Rasio mol metanol-minyak							
	3:01		6:01		9:01		12:01	
	Puncak	%	Puncak	%	Puncak	%	Puncak	%
Metil kaprilat	2	7,56	3	9,19	5	8,75	3	6,56
Metil kaprat	3	5,82	5	7,11	6	7,57	4	6,59
Metil laurat	4	8,75	6	8,29	8	8,76	5	9,69
Metil miristat	5	18,15	7	17,36	10	18,25	6	19,39
Metil palmitat	6	50,06	8	47,91	11	46,79	7	48,17
Metil oleat	7	5,99	9	6,31	12	5,97	8	5,99
Metil stearat	8	3,36	10	2,69	13	2,87	9	3,49

Tabel 4. Sifat-sifat fisik biodiesel

No	Parameter	Hasil uji				Batasan *	
		Rasio mol metanol-minyak				min	maks
		3:1	6:1	9:1	12:1		
1	Kerapatan spesifik 60/60 °F	0,9104	0,9143	0,8721	0,8714	0,815	0,870
2	Viskositas kinematik pada 40 °C, mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	16,81	10,68	3,063	2,823	2,0	5,0
3	Titik tuang, °F	55	40	25	25	-	65
4	Titik kabut, °F	59	42,8	32	41	-	-
5	Titik nyala, cc, °C	142	128	112	114	60	-
6	Kandungan abu, %berat	0,0810	0,0825	0,0757	0,0739	-	0,035

\* Spesifikasi Minyak Solar 48. Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi No: 3675 K/24/DJM/2006 Tanggal: 17 maret 2006

metil kaprilat, metil kaprat, metil miristat, metil oleat dan metil stearat.

Data karakteristik produk biodiesel selengkapnya disajikan pada Tabel 4. Karakteristik biodiesel diuji dengan alat-alat uji standar ASTM D 1298 untuk berat jenis, ASTM D 97 untuk titik tuang, ASTM D 2500 untuk titik kabut, ASTM D 93 untuk titik nyala, ASTM D 445 untuk viskositas kinematis, dan ASTM D 482 untuk kandungan abu.

Untuk mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan maka dapat diketahui dari data pengujian karakteristik biodiesel seperti yang tercantum dalam Tabel 4. Penambahan mol metanol dalam transesterifikasi minyak kelapa sawit disertai dengan penurunan viskositas, dari viskositas minyak murni sekitar 30 cSt turun menjadi 3,063 cSt untuk biodiesel dengan perbandingan reaktan 9:1. Penambahan mol metanol menyebabkan biodiesel yang dihasilkan semakin murni karena semakin banyak jumlah trigliserida yang terkonversi menjadi metil ester. Campuran metil ester masih dimungkinkan mengandung trigliserida yang tidak bereaksi, sisa minyak atau senyawa hidrokarbon rantai panjang. Dari keempat variasi, hanya biodiesel dengan rasio mol pereaksi 3:1 dengan viskositas yang tidak masuk spesifikasi karena masih melampaui batas maksimum yang diijinkan, dan biodiesel dengan rasio mol 6:1 berada sedikit di atas nilai viskositas yang telah ditentukan.

Titik tuang berkaitan erat dengan viskositas karena semakin rendah viskositas maka semakin mudah biodiesel untuk mengalir pada kondisi tertentu. Nilai titik tuang biodiesel semuanya masuk spesifikasi karena masih di bawah 65 °F. Nilai titik tuang biodiesel 9:1 dan 12:1 adalah sama karena keduanya memiliki viskositas yang hampir sama. Karakter fisik biodiesel lain yang diamati adalah berat jenis (*specific gravity*) pada 60/60 °F. Berat jenis biodiesel naik dari rasio mol 3:1 ke 6:1 dan kemudian turun sampai rasio mol 12:1. Karakter titik nyala biodiesel seluruhnya masuk spesifikasi bahan bakar diesel standar nilai rata-rata di atas 65.5 °F. Karakter ini mempengaruhi keamanan bahan bakar untuk disimpan pada kondisi temperatur tertentu. Semakin tinggi nilai titik nyala, maka bahan bakar semakin aman untuk disimpan pada kondisi temperatur

yang relatif rendah. Titik nyala biodiesel yang dihasilkan cukup baik yaitu di atas 100 °C.

Biodiesel memiliki karakter sisa karbon yang rendah, sehingga dapat dikatakan bahwa pembakaran biodiesel cukup sempurna tanpa banyak meninggalkan residu berupa arang/karbon yang dapat mengganggu operasi mesin diesel.

Berbeda dengan karakter fisik biodiesel lainnya, kadar abu dari biodiesel yang dihasilkan ternyata tidak memenuhi spesifikasi bahan bakar diesel standar. Kadar abu yang tinggi pada biodiesel ini dapat disebabkan oleh adanya kotoran-kotoran yang memang sejak awal telah terkandung dalam minyak kelapa sawit. Kadar abu yang tinggi dapat mengganggu operasi mesin diesel.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis logam-logam dengan AAS dalam ATKKS, logam kalium merupakan komponen terbesar (29,8 % massa). Logam kalium dalam ATKKS dimungkinkan berada dalam bentuk senyawa karbonat. Hal ini dibuktikan dengan uji alkalinitas terhadap ATKKS. Dengan sifat basa yang dimiliki kalium karbonat maka ATKKS mempunyai potensi untuk digunakan sebagai sumber katalis basa dalam pembuatan biodiesel. Penambahan rasio mol metanol terhadap minyak meningkatkan konversi biodiesel dan mencapai kondisi konversi maksimum pada rasio mol 9:1 sebesar 84,12 %. Karakter fisik produk biodiesel yang dihasilkan secara umum memenuhi kriteria spesifikasi bahan bakar diesel standar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dirjen DIKTI yang telah memberikan dana insentif penulisan karya ilmiah melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKMI) tahun 2006. Penulis juga memberikan apresiasi kepada pimpinan dan staf Pusdiklat MIGAS Cepu atas bantuan penggunaan fasilitas laboratorium guna analisis produk biodiesel.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 2003, *National Biodiesel Board*, website, [www.biodiesel.org](http://www.biodiesel.org)
2. Juwita, A., 2005, *Kajian Pengaruh Rasio Mol Metanol Minyak Kelapa Terhadap Kuantitas dan Kualitas Biodiesel Hasil Transesterifikasi Minyak Kelapa dengan katalis NaOH*, Skripsi, Jurusan Kimia, FMIPA UGM, Yogyakarta
3. Fauzi, Y., 2005, *Kelapa Sawit, Budi Daya Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*, edisi revisi, Penebar Swadaya, Jakarta
4. Yoeswono, Triono and Tahir, I., 2007, *The Use of Ash of Palm Empty Fruit Bunches as a Source of  $K_2CO_3$  Catalyst for Synthesis of Biodiesel from Coconut Oil with Methanol*, Proceeding International Conference of Chemical Science, Yogyakarta 24-26 May 2007
5. Yoeswono, Triyono and Tahir, I., 2007, *Jurnal Manusia dan Lingkungan (in press)*
6. Anonim, 2006, *Potassium Carbonate Handbook*, <http://www.armandroducts.com>, 13 Februari 2006.
7. Encinar, J.M., Gonzales, J.F., Rodriguez, J.J., and Tejedor, A., 2002, *Energy & Fuels*. J.A.C.S., 16