

KARAKTERISTIK BIODIESEL DAN *BLENDING* BIODIESEL DARI *OIL LOSSES* LIMBAH CAIR PABRIK MINYAK KELAPA SAWIT

CHARACTERISTIC OF BIODIESEL AND BIODIESEL BLENDING OF OIL LOSSES FROM LIQUID WASTE OF OIL PALM FACTORY

Agus Sundaryono*)

Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan,
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu
Jl. WR. Supratman No.1 Bengkulu 38121
Email: sundaryono_2005@yahoo.fr

ABSTRACT

The aim of this study was to convert oil losses from palm oil mill (POM) liquid waste into methyl ester. Methyl ester as a result of conversion process was further developed into blending biodiesel. The research was conducted through several stages: 1). insolating oil losses of POM waste which taken from PT Bio Nusantara Bengkulu. Oil losses were degummed and bleached and then the free fatty acid was determined. 2). the conversion process of oil losses into methyl ester was done through two stages of esterification reactions; using H₂SO₄ catalyst at 60°C for 2 hours and transesterification using NaOH catalyst at 55°C for 2 hours. 3). Methyl ester was developed as a blending of biodiesel, which is a mixture of methyl ester with diesel oil, with the percentages of methyl ester of 25%, 30%, 35%, 40%, and 45%. The yield of methyl ester obtained was 87%. Characterization of methyl ester was done with the following results : 0.858 g/cm³ density, 3.04 cSt viscosity, 3.5% water content, 12.3°C cloud point, 8.3°C pour point, 6.86 mgNaOH/g acid number, 164.4 mgNaOH/g saponification numbers, 108.4% iodine number, and 51.58 cetane number. The parameters do not meet SNI 04-7182-2006 for biodiesel were water content and acid number. Methyl ester can be developed into blending biodiesel with the characteristic of density, viscosity, cloud point, pour point, saponification number, and cetane number which meet biodiesel standard according to SNI 04-7182-2006.

Keywords: biodiesel, oil losses, methyl ester, waste palm oil mill (POM), transesterification

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkonversi *oil losses* limbah cair dari Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) menjadi metil ester. Metil ester hasil konversi dikembangkan lebih lanjut menjadi *blending* biodiesel. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap: 1). pemisahan *oil losses* limbah cair PMKS yang diambil dari PT Bio Nusantara Bengkulu. *Oil losses* didegumming dan dibleaching kemudian dianalisis asam lemak bebasnya. 2). *Oil losses* dikonversi menjadi metil ester melalui dua tahap reaksi, esterifikasi menggunakan katalis H₂SO₄ pada suhu 60°C selama 2 jam dan transesterifikasi menggunakan katalis NaOH pada suhu 55°C selama 2 jam. 3). Metil ester hasil konversi dikembangkan sebagai *blending* biodiesel, yaitu merupakan campuran metil ester dengan minyak solar, pada persentase metil ester 25%, 30%, 35%, 40% dan 45%. Rendemen metil ester yang diperoleh sebesar 87%. Karakteristik metil ester adalah sebagai berikut: densitas 0,858 g/cm³, viskositas 3,04 cSt, kadar air 3,5%, titik kabut 12,3°C, titik tuang 8,3°C, bilangan asam 6,86 mgNaOH/g, bilangan penyabunan 164,4 mgNaOH/g, bilangan yodium 108,4%, dan bilangan setana 51,58. Kadar air dan bilangan asam tidak memenuhi SNI 04-7182-2006 untuk biodiesel. Metil ester dapat dikembangkan menjadi *blending* biodiesel dengan karakteristik densitas, viskositas, titik kabut, titik tuang, bilangan penyabunan, dan bilangan setana telah memenuhi standar yang ditetapkan SNI 04-7182-2006 untuk biodiesel.

Kata kunci: biodiesel, metil ester, transesterifikasi, *oil losses*, limbah cair, minyak kelapa sawit

PENDAHULUAN

Ketersediaan cadangan minyak mentah sebagai sumber energi utama di Indonesia, semakin lama semakin menipis. Menurut kajian para pengkaji dari University of California, Davis (UC-

Davis) yang diterbitkan oleh Environmental Science and Technology, bekal minyak dunia sesuai anggaran tahun 2008 mencapai 1,332 triliun barel dan pengguna bertahan pada 85,22 juta barel per hari, dengan pertumbuhan 1,3% per tahun, maka minyak akan habis pada 2041 (AFP, 2010). Akan

*Penulis untuk korespondensi

terjadi suatu krisis energi yang krusial bila dari sekarang tidak dilakukan upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Suatu upaya dilakukan untuk mencari pengganti suplai energi berbasis bahan bakar fosil, yaitu dengan mengembangkan sumber energi alternatif. Energi alternatif dapat dikembangkan melalui pengolahan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, atau lebih dikenal dengan istilah minyak nabati. Berdasarkan data lembaga independen internasional *Oil World* pada akhir 2010 menyebutkan bahwa Indonesia menghasilkan 47% dari produksi minyak sawit yang dihasilkan perkebunan kelapa sawit di seluruh dunia sehingga menjadi negara produsen nomor satu di dunia. Sangat beralasan jika minyak nabati yang dikembangkan di Indonesia berbahan baku minyak sawit. Provinsi Bengkulu memiliki komoditas unggulan kelapa sawit, pada tahun 2011 luas areal perkebunan 105.854 Ha dengan 19 PMKS sebagai pendukung. Setiap PMKS mampu mengolah rata-rata sebanyak 30-60 ton/jam tandan kelapa sawit. Hasil pengolahan adalah 5% kernel (PKO) dan 24% CPO. Apabila industri hilir berbahan baku CPO ditingkatkan, maka kebutuhan CPO juga meningkat. Oleh sebab itu jika pengembangan energi alternatif menggunakan bahan baku CPO maka akan mengganggu kebutuhan CPO sebagai bahan pangan, kecuali pengembangan energi berbahan baku CPO dilakukan jika produksi CPO sedang melimpah. *Oil losses* limbah cair PMKS merupakan air yang bercampur dengan minyak sawit yang ditampung di kolam-kolam limbah. *Oil losses* mengandung sekitar 0,5-1% minyak sawit, yang dapat diolah menjadi metil ester.

Penelitian ini dilakukan terhadap *oil losses* limbah cair PMKS, sehingga bahan baku yang digunakan sama sekali tidak mengganggu produk utama yaitu CPO. Studi konversi *oil losses* limbah cair PMKS menjadi metil ester melalui reaksi transesterifikasi didapatkan rendemen sebesar 88% (Puspanosa *et al.*, 2007). Dilaporkan bahwa metil ester yang diperoleh masih mempunyai viskositas yang tinggi pada suhu 40°C dibandingkan dengan standar mutu SNI 04-7182-2006 untuk biodiesel.

Penelitian ini mempunyai tujuan khusus mengkonversi *oil losses* limbah cair PMKS menjadi metil ester, menganalisis komponen metil ester hasil konversi menggunakan GC-MS kemudian mengembangkan menjadi *blending* biodiesel. Pengembangan *blending* biodiesel dalam penelitian ini dirancang tidak mengganggu produksi utama yaitu CPO.

METODE PENELITIAN

Persiapan Sampel

Oil losses limbah cair PMKS dipanaskan, kemudian *didegumming* dengan cara ditambahkan asam fosfat (H_3PO_4) 0,6% sebanyak 1-3% dari

volume bahan baku, setelah diaduk selama 30 menit, endapan dipisahkan, kemudian *dibleaching* dengan cara ditambahkan zeolit aktif, selanjutnya ditentukan kadar asam lemak bebasnya (ALB). Jika kadar ALB $\leq 2\%$ maka konversi *oil losses* menjadi metil ester dilakukan melalui reaksi esterifikasi dengan katalis basa, tetapi jika kadar ALB $\geq 2\%$ maka dilakukan melalui dua tahap reaksi yaitu esterifikasi dengan katalis H_2SO_4 dilanjutkan transesterifikasi menggunakan katalis NaOH.

Pembuatan Metil Ester

Sebanyak 2 mL H_2SO_4 ditambahkan ke dalam 40 mL metanol dan 200 mL *oil losses* limbah cair PMKS. Campuran dipanaskan selama 120 menit pada suhu 60°C. Setelah dingin ditambahkan ke dalamnya 0,8 g NaOH yang dilarutkan dalam 24 mL metanol, kemudian dipanaskan pada suhu 55°C selama 2 jam. Metil ester yang diperoleh sebagai hasil konversi dianalisis dengan GC-MS kemudian dikembangkan dalam bentuk *blending* biodiesel yaitu pencampuran metil ester dengan minyak solar pada perbandingan jumlah metil ester 25%, 30%, 35%, 40% dan 45%. Pencampuran hanya dilakukan secara fisik yaitu dengan pengadukan menggunakan pengaduk magnet selama 15 menit.

Karakterisasi Metil Ester dan *Blending* Biodiesel

Karakterisasi yang dilakukan terhadap metil ester, dan *blending* biodiesel meliputi pengukuran densitas, viskositas, kadar air, bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan iod, titik kabut dan titik tuang (Syah, 2006) serta bilangan setana (Azam *et al.*, 2005).

Pengukuran densitas

Piknometer ditimbang pada 40°C (G_0) kemudian diisi dengan sampel. Suhu piknometer dijaga pada 40°C dan ditimbang (G). Densitas sampel dihitung dengan rumus:

$$\rho = \frac{G - G_0}{V_t} + 0,0012$$

G = bobot piknometer dan metil ester (g)

G_0 = bobot piknometer kosong (g)

V_t = volume sampel pada suhu 40 °C (mL)

Penentuan viskositas

Viskometer *Ostwald* diisi 5 mL sampel, ditempatkan pada penangas air 40°C dan dibiarkan selama 10 menit, kemudian diukur waktu yang dibutuhkan sampel untuk melewati jarak antara dua tanda yang terdapat pada viskometer. Nilai viskositas dihitung dengan rumus:

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{td}{t_0d_0}$$

η dan η_0 = viskositas larutan dan pelarut

T dan t_0 = waktu alir larutan dan pelarut

d dan d_0 = massa jenis larutan dan pelarut

Nilai viskositas dinamik dikonversikan menjadi viskositas kinematik (Khasanah *et al.*, 2009) dengan persamaan berikut:

$$\text{Viskositas kinematik} = \frac{\text{viskositas dinamik}}{\text{massa jenis sampel}} cSt$$

Penentuan kadar air

Sebanyak 5 g sampel dimasukkan ke dalam botol timbang, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C sampai berat konstan. Berkurangnya berat sampel dinyatakan sebagai berat air yang menguap dari sampel.

Penentuan bilangan asam

Sebanyak 4 g sampel dimasukkan ke dalam labu yang dilengkapi dengan pendingin balik, kemudian ditambahkan 10 mL etanol. Campuran dipanaskan selama 30 menit pada suhu 80°C. Larutan yang sudah dingin dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,105 N dengan indikator pp. Bilangan asam dihitung dengan rumus:

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{b \times N \text{ NaOH} \times 40}{W} \text{ mg NaOH / g sampel}$$

- b = volume NaOH dalam alkohol yang dibutuhkan pada titrasi (mL)
- N = normalitas NaOH
- W = berat sampel sampel (g)

Penentuan bilangan penyabunan

Sebanyak 0,5 g sampel dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer, ditambahkan 5 mL larutan NaOH metanolat (20 g NaOH dalam 500 mL metanol). Campuran direfluks selama 30 menit, pada suhu 70°C sambil diaduk. Hasil refluks didinginkan dan ditambahkan 3 tetes indikator pp dan selanjutnya dititrasi dengan larutan HCl 0,45 N. Untuk mengetahui kelebihan NaOH dilakukan titrasi blangko.

$$\text{Bilangan Penyabunan} = \frac{(b - c) \times N \text{ HCl} \times \text{BM NaOH}}{\text{berat sampel (g)}}$$

- b = volume HCl 0,45 N dalam titrasi blangko
- c = volume HCl 0,45 N dalam titrasi sampel

Penentuan bilangan iod

Seberat 0,2 g sampel dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL, ditambahkan 7 mL kloroform, 8 mL hubl A (2,5 g iodium dilarutkan dalam 50 mL etanol) dan 8 mL hubl B (3 g Merkuri klorida dilarutkan ke dalam 50 mL etanol) kemudian dikocok. Erlenmeyer selanjutnya disimpan di tempat yang gelap selama 45 menit sambil beberapa kali dikocok dan ditambahkan 7 mL KI 30% dan 50 mL. Larutan dititrasi dengan menggunakan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N dengan indikator pati 1%. Titik akhir titrasi ditandai dengan hilangnya warna biru, cara

yang sama dilakukan untuk blangko. Bilangan iod ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Bilangan iod} = \frac{12,69 \times (B - C) \times N}{W}$$

- B = volume larutan Na₂S₂O₃ blangko (mL)
- C = volume larutan untuk Na₂S₂O₃ sampel (mL)
- N = normalitas larutan Na₂S₂O₃
- W = bobot sampel (g).

Penentuan titik kabut dan titik tuang

Karakteristik titik kabut dan titik tuang sampel ditentukan melalui pengujian sampel di dalam freezer. Sebanyak 5 ml sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang bersih dan kering, kemudian tabung reaksi tersebut dimasukkan ke dalam freezer. Setiap 15 menit, sampel diambil dari freezer, kemudian diukur suhunya. Jika di dalam sampel mulai terbentuk kristal berarti telah mencapai titik kabut dan jika sampel mulai menjadi gel, berarti telah mencapai titik tuang (Syah, 2006)

Penentuan bilangan setana

Bilangan setana menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin diesel yang diinjeksikan ke ruang bakar bisa terbakar secara spontan. Azam *et al.* (2005) membuat persamaan untuk menentukan bilangan setana sebagai fungsi dari angka iodine (IV) dan saponifikasi (SN) sebagai berikut:

$$CN = 46,3 + 5458 / SN - 0,255 \times IV$$

Keterangan:

- CN = bilangan setana
- SN = bilangan penyabunan
- IV = bilangan iod.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode yang umum untuk mengkonversi minyak nabati menjadi metil ester adalah transesterifikasi. Pada prinsipnya, transesterifikasi merupakan proses mengeluarkan gliserin dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebasnya dengan alkohol (biasanya metanol) menjadi metil ester menggunakan katalis basa. Proses transesterifikasi dapat dilakukan jika kandungan asam lemak bebas (ALB) dalam suatu minyak ≤2%, sedangkan jika minyak mengandung ALB tinggi (≥ 2%), maka perlu dilakukan praesterifikasi untuk menurunkan ALB menjadi ≤2% dengan cara mengubah asam lemak bebas menjadi metil ester dengan bantuan katalis asam (Rahmadansyah *et al.*, 2009). Reaksi esterifikasi disajikan pada Gambar 1.

Praesterifikasi merupakan reaksi bolak balik, untuk memisahkan air yang terbentuk maka pada campuran reaksi ditambahkan n-heksana, air akan terpisah dari fraksi heksana. Apabila pada tahap

praesterifikasi ini ALB masih tinggi ($\geq 2\%$) maka praesterifikasi diulangi lagi sampai diperoleh ALB $\leq 2\%$.

Menurut Samios *et al.* (2009) pada pembuatan metil ester dengan cara transesterifikasi, apabila bahan baku mempunyai ALB tinggi maka akan dapat menyebabkan terjadi *blocking* yaitu metanol yang seharusnya bereaksi dengan trigliserida terhalang oleh pembentukan sabun. Sabun terbentuk ketika katalis basa kuat bereaksi dengan asam lemak bebas, sehingga menyebabkan konsumsi katalis menjadi besar dan produk metil ester tidak maksimal.

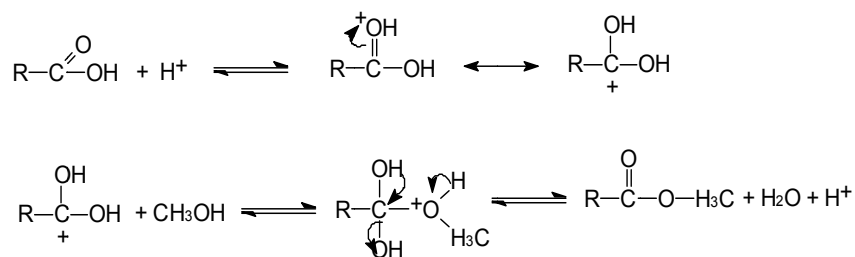
Oil losses limbah cair PMKS yang digunakan sebagai sampel mengandung ALB sebesar 38,14%. Oleh karena itu konversi metil ester dilakukan dengan dua tahap reaksi yaitu esterifikasi untuk menurunkan kadar asam lemak bebas agar menjadi sekitar 2%, dan transesterifikasi menggunakan katalis NaOH. Reaksi transesterifikasi disajikan pada Gambar 2.

Reaksi transesterifikasi menghasilkan gliserin dan metil ester. Metil ester dipisahkan dengan pencucian dengan menggunakan air (60 °C). Metil

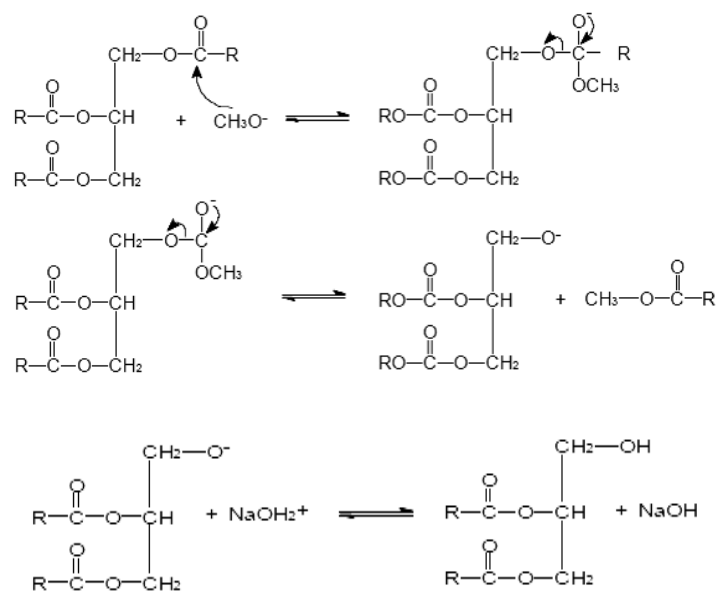
ester dikeringkan dengan Na_2SO_4 . Rendemen metil ester yang diperoleh setelah pencucian sebesar 87%.

Menurut Prihandana (2006) limbah cair PMKS merupakan air yang bercampur dengan minyak sawit (*oil losses*) yang lazim ditampung di kolam limbah. *Oil losses* ini setelah diisolasi kemudian dikonversi menjadi metil ester, dianalisa menggunakan GC-MS. Berdasarkan analisa GC-MS diketahui komponen metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS tersusun atas 9 senyawa. Puncak 7 dan 8 merupakan komponen metil oleat ($\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2$) dengan berat molekul 296 g/mol sebesar 48,61%. Puncak 3 dan 4 merupakan komponen metil palmitat ($\text{C}_{17}\text{H}_{34}\text{O}_2$) dengan berat molekul 270 g/mol sebesar 38,86%. Analisis GC-MS metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS dapat dilihat pada Tabel 1.

Karakterisasi yang dilakukan terhadap metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS, meliputi densitas, viskositas, kadar air, bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan iod, titik kabut, titik tuang dan bilangan setana. Hasil karakterisasi disajikan pada Tabel 2.



Gambar 1. Esterifikasi dengan menggunakan katalis asam



Gambar 2. Transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa (Syah, 2006)

Tabel 1. Komposisi penyusun metil ester hasil konversi *oil losses* PMKS berdasarkan analisis GC-MS

No. Puncak	Retention Time	Komponen Penyusun	Rumus Molekul	Komposisi (%)
2	17000	Metil Miristat	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	2,62
3, 4	19583, 19675	Metil Palmitat	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	38,86
5, 6	20258, 20883	Asam Palmitat	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	3,98
7, 8	21558, 21942	Metil Oleat	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	48,61
9	22458	Komponen lain	-	

Tabel 2. Sifat fisika-kimia metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran	SNI
Densitas	g/cm ³	0,857	0,85-0,89
Viskositas	cSt	3,04	2,3-6,0
Titik kabut	°C	12,30	maks. 18
Titik tuang/gelatinitas	°C	8,30	maks. 28
Kadar air	%	3,50	0,05
Bilangan asam	mgNaOH/g	6,86	0,8
Bilangan penyabunan	mgNaOH/g	164,4	-
Bilangan iod	% massa	108,4	maks. 118
Bilangan setana		51,58	min. 51

Densitas berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel persatuan volume bahan bakar. Densitas metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS adalah 0,857, harga ini telah memenuhi standar SNI (0,85 – 0,89 g/cm³) untuk biodiesel. Dengan demikian ditinjau dari harga densitas, metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS dapat digunakan untuk bahan bakar mesin diesel.

Tujuan dari konversi minyak nabati menjadi metil ester adalah untuk menurunkan viskositas kinematikanya, agar dapat digunakan langsung pada mesin diesel (Nasikin, 2002). Viskositas kinematik dari metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS adalah 3,04 cSt, lebih kecil dari pada *oil losses* limbah cair yang digunakan sebagai bahan baku. Berdasarkan standar SNI 04-7182-2006 untuk biodiesel nilai minimum viskositas untuk metil ester adalah 2,3 – 6,0 cSt. Viskositas minyak diesel yang tinggi dapat mempersulit proses pembentukan butir-butir kabut pada saat atomisasi bahan bakar ke dalam mesin dan menyebabkan terjadinya proses pembakaran yang tidak sempurna, akan tetapi jika viskositas bahan terlalu rendah dapat menyebabkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar. Dengan demikian ditinjau dari harga viskositas, metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak diesel, dengan kemungkinan pembakaran pada mesin dapat sempurna dan tidak terjadi kebocoran pada pompa injeksi mesin.

Kadar air dalam bahan bakar dalam jumlah kecil di negara-negara beriklim tropis tidak terlalu berbahaya. Akan tetapi, di negara-negara yang mempunyai musim dingin, kadar air yang terkandung dalam bahan bakar merupakan masalah yang serius. Setelah dilakukan pengukuran kadar air dengan metode oven dan penghitungan, didapatkan

kadar air dari metil ester hasil konversi *oil losses* adalah 3,5%. Berdasarkan standar (SNI) kadar air maksimum untuk SNI yakni sebesar 0,05% maka kadar air metil ester hasil konversi *oil losses* belum memenuhi standar. Ditinjau dari kadar air metil ester tersebut belum dapat digunakan sebagai bahan bakar sebab kandungan air dalam metil ester dapat membentuk kristal-kristal parafin pada suhu dingin yang bisa menyumbat aliran bahan bakar. Kandungan air tersebut dapat juga menyebabkan korosi pada mesin. Penentuan kadar air dengan metode oven terbuka berlaku untuk semua jenis minyak. Kadar air yang tinggi pada metil ester hasil konversi *oil losses* mungkin disebabkan karena berbedanya metode uji yang dilakukan dengan metode standar SNI 04-7182-2006.

Titik kabut (*cloud point*) adalah suhu pada saat metil ester keruh berkabut, tidak jernih pada saat didinginkan. Titik kabut dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik metil ester jika digunakan pada daerah dingin. Menurut standar SNI 04-7182-2006, titik kabut metil ester maksimal sebesar 18°C. Titik kabut dari metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS adalah 12,3°C, telah memenuhi standar SNI dan dapat digunakan di daerah beriklim tropis.

Titik tuang menunjukkan kemampuan suatu bahan bakar untuk digunakan pada cuaca dingin serta daya tahan pada saat penyimpanan. Titik tuang ini dipengaruhi oleh derajat ketidakjenuhan (angka iodium). Semakin tinggi ketidakjenuhan, titik tuang akan semakin rendah (Knothe, 2005). Titik tuang juga dipengaruhi oleh panjang rantai karbon. Semakin panjang rantai karbon, semakin tinggi titik tuangnya (Prihandana *et al.*, 2006). Menurut standar SNI 04-7182-2006, titik tuang metil ester maksimal sebesar 28 °C. Titik tuang dari metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS adalah 8,3 °C,

telah memenuhi standar. Dengan demikian berdasarkan titik tuang metil ester dapat digunakan di daerah beriklim empat musim seperti negara-negara di Eropa, tanpa ada kekuatiran terjadinya kristal-kristal parafin yang dapat menyumbat saluran bahan bakar pada saat digunakan.

Bilangan asam didefinisikan banyaknya miligram NaOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak. , metil ester akan bersifat korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak di injektor mesin diesel (Prihandana *et al.*, 2006). Bilangan asam yang tinggi pada metil ester merupakan indikator masih terkandung asam lemak bebas.

Bilangan asam metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS adalah 6,86 mgNaOH/g lebih tinggi dari standar SNI 04-7182-2006 (0,8 mg-KOH/g), hal ini menunjukkan metil ester masih mengandung asam lemak bebas yang tidak terkonversi menjadi metil ester pada tahap esterifikasi. Ditinjau dari bilangan asam maka metil ester tersebut belum bisa digunakan sebagai bahan bakar karena akan bersifat korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak di injektor pada mesin. Keberadaan asam lemak (tak jenuh) di dalam metil ester pada suhu tinggi dan penyimpanan terbuka juga dapat mengakibatkan terdegradasinya metil ester menjadi asam lemak penyusunnya.

Bilangan iod menunjukkan tingkat ketidakjenuhan senyawa penyusun metil ester. Bilangan iod dari metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS telah memenuhi standar SNI 04-7182-2006, yaitu maksimal 115. Berdasar bilangan iod, metil ester dapat digunakan sebagai bahan bakar dengan performa sesuai standar biodiesel. Dengan tidak ada kekuatiran tidak stabilnya ikatan rangkap pada metil ester yang dapat mengalami polimerisasi dan terakumulasi dalam bentuk karbonisasi atau terjadi deposit.

Metil ester sebagai bahan bakar yang dikehendaki, apabila relatif mudah terbakar sendiri

jika disemprotkan ke dalam udara panas bertekanan. Tolok ukur dari sifat ini adalah bilangan setana, yang didefinisikan sebagai % volume n-setana di dalam bahan bakar yang berupa campuran n-setana ($n-C_{16}H_{34}$) dan α -metil naftalena ($\alpha-CH_3-C_{10}H_7$) serta kualitas pembakaran di dalam mesin diesel standar. Metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS telah memenuhi standar SNI 04-7182-2006, yaitu minimal 51. Metil ester ini dapat mengalami penyalan sendiri (*auto ignition*) pada suhu yang relatif rendah.

Metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS setelah dianalisis menggunakan GC-MS dan dikarakterisasi, kemudian dikembangkan sebagai *blending* biodiesel yaitu pencampuran metil ester dengan minyak solar pada perbandingan jumlah metil ester 25%, 30%, 35%, 40% dan 45%. Pencampuran hanya dilakukan secara fisik yaitu dengan pengadukan menggunakan pengaduk magnet selama 15 menit. Hasil Karakterisasi *blending* biodiesel dan minyak solar disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan densitas dan viskositas (Tabel 3) *blending* biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel dengan kualitas lebih baik dibanding metil ester.

Pencampuran metil ester dengan minyak solar sebagai *blending* biodiesel dapat menurunkan kadar air (Tabel 3). Namun demikian kadar air terukur masih melampaui kadar air standar SNI 04-7182-2006 untuk biodiesel. Kadar air terukur juga lebih besar dari kadar air minyak solar. Dengan demikian ditinjau dari kadar air, dengan *blending*, kadar air turun akan tetapi masih melebihi kadar air standar. Oleh karena itu, sebelum dilakukan *blending*, kadar air metil ester perlu diperkecil terlebih dahulu dengan cara pengeringan, penambahan agen penyerap air seperti misalnya $MgSO_4$ ataupun Na_2SO_4 pada setiap langkah reaksi esterifikasi maupun transesterifikasi.

Tabel 3. Sifat fisika-kimia *blending* biodiesel dan minyak solar

Parameter	Satuan	Campuran metil ester dan solar					Minyak solar
		25%	30%	35%	40%	45%	
Densitas	g/cm ³	0,828	0,833	0,833	0,834	0,842	0,817
Viskositas	cSt	1,86	1,93	1,98	2,00	2,06	1,79
Titik kabut	°C	13,3	14	14	14	13	13
Titik tuang/gelatinitas	°C	9,3	8,6	8,6	8,6	9	9
Kadar air	% massa	2,0	2,2	2,5	2,6	2,8	0,05
Bilangan asam	mg NaOH/ g	2,68	2,94	3,20	3,92	4,62	
Bil. Penyabunan	mg NaOH/ g	121,2	117,0	110,4	106,8	105,6	
Bilangan iod	% massa	74,2	69,7	68,4	67,2	60,0	
Bilangan setana		72,41	75,17	79,28	80,27	82,68	

Titik kabut dan titik tuang *blending* biodiesel (Tabel 3) masih berada pada kisaran standar SNI 04-7182-2006 yang ditetapkan, maupun hasil pengukuran pada minyak solar, dengan demikian

sebagai bahan bakar, *blending* biodiesel dapat digunakan di daerah beriklim tropis.

Metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS memiliki bilangan asam yang tinggi.

Upaya *blending* biodiesel tidak berdampak pada menurunnya angka asam seperti yang ditetapkan SNI 04-7182-2006 untuk biodiesel. Sehingga perlu dicari metode transesterifikasi yang mampu merubah asam lemak bebas yang cukup besar di dalam *oil losses* limbah cair PMKS menjadi metil ester.

Blending biodiesel dalam semua komposisi campuran metil ester (Tabel 3), memiliki bilangan iod dibawah angka maksimal yang disyaratkan oleh SNI 04-7182-2006 untuk biodiesel, hal tersebut menunjukkan kestabilan *blending* biodiesel terhadap suhu yang relatif panas.

Bilangan setana *blending* biodiesel dalam penelitian ini memiliki bilangan setana yang relatif tinggi hal ini menunjukkan bahwa *blending* biodiesel tersebut mudah menyala sendiri dalam suhu rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Rendemen metil ester sebagai hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi adalah 87%. Komponen metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS tersusun oleh sembilan senyawa dengan asam palmitat sebesar 38,86% dan asam oleat sebesar 48,61%

Karakteristik metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS adalah densitas 0,858 g/cm³, viskositas kinematik 3,04 cSt, kadar air 3,5%, titik kabut 12,3°C, titik tuang 8,3°C, bilangan asam 6,86 mg NaOH/g, bilangan penyabunan 164,4 mg NaOH/g, bilangan iod 108,4 %, dan bilangan setana 51,58. Parameter yang belum memenuhi SNI 04-7182-2006 adalah kadar air dan bilangan asam.

Metil ester dapat dikembangkan sebagai *blending* biodiesel pada campuran metil ester 25%; 30%; 35%; 40%; dan 45% dengan karakteristik densitas, viskositas, titik kabut, titik tuang, bilangan penyabunan, bilangan iod, bilangan setana telah memenuhi standar yang ditetapkan SNI 04-7182-2006 untuk biodiesel.

Saran

Diperlukan upaya lebih lanjut, khususnya untuk menurunkan kadar air dan bilangan asam dalam metil ester hasil konversi *oil losses* limbah cair PMKS dengan mengubah metode esterifikasi maupun pengeringan setiap langkah reaksi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Disampaikan terimakasih kepada Dirjen DIKTI yang telah membantu memberikan dana pada penelitian hibah bersaing tahun 2009 dan 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- AFP. 2010. Oil Will Run Out 100 Years before New Fuels Developed: Study (AFP). <http://dailyposted.com/science/oil-will-run-out-100-years-before-new-fuels-developed-study-afp-20276.html> [2 Januari 2011].
- Pupanosa, Sundaryono A, Budiyanto A, 2007. Kajian Rendemen Dan Karakteristik Metil Ester Dari Palm Oil Mill Effluent (POME) Industri Pengolahan Kelapa Sawit. Di dalam Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi, L. P. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 27-28 Agustus 2007.
- Syah ANA. 2006. Biodisel Jarak Pagar : Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Khasanah, Sundaryono A, Budiyanto, 2009. Pemanfaatan Limbah Cair Pengolahan Kelapa Sawit Untuk Pembuatan Biokerosen P.Kimia-JPMIPA FKIP Universitas Bengkulu (Laporan Penelitian Belum Dipublikasikan).
- Azam M, Waris MA, Nahar NM. 2005. Prospect and potential Of Fatty Acid Metgyl Ester Of Some Non-traditional Seed Oils For Use As Biodiesel In India. *Biomass dan Bioenergy* 29: 293-302.
- Ramadhansyah, Sundaryono A, Budiyanto 2009. Perengkahan Katalitik Metil Ester Limbah Cair Pengolahan CPO Menjadi Biofuel Dengan Katalis Zeolit. P.Kimia-JPMIPA FKIP Universitas Bengkulu (Laporan Penelitian belum dipublikasikan).
- Samios D, Pedrotti F, Nicolau A, Reiznautt QB, Martini DD, Dalcin FM. 2009. A Transesterification Double Step Process — TDSP For Biodiesel Preparation From Fatty Acids Triglycerides. *Fuel Processing Technology* 90: 599-605.
- Prihandana. 2006. Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Knothe G. 2005. Dependence Of Biodiesel Fuel Properties On The Structure Of Fatty Acid Alkyl Esters. *Fuel Processing Technology* 86: 1059-1070.
- Nasikin M, Arbianti R, Aziz A. 2002. Aditif Peningkat Angka Setana Bahan Bakar Solar yang Disentesis dari Minyak Kelapa. *Jurnal Penelitian Makara Teknologi* 6 (6): 84-88.