

KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN KATALIS ABU TANDAN KOSONG SAWIT

Sukma Budi Ariyani^{*}, Asmawit dan Hidayati

Baristand Industri Pontianak, Jl. Budi Utomo No. 41, Pontianak, Telp. (0561)881393

**E-mail: sukma_ariyani@yahoo.co.id*

Dikirim : 8 Maret 2016, Diterima setelah perbaikan : 16 Mei 2016

ABSTRAK

Biodiesel adalah bahan bakar yang berupa senyawa mono-alkil ester dari asam lemak rantai panjang yang berasal dari minyak nabati atau lemak hewan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan katalis abu tandan kosong sawit terhadap jumlah dan karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah. Variabel bebas yang dipelajari adalah berat abu tandan kosong sawit (8, 10 dan 12 g), rasio mol metanol:minyak (6:1, 9:1 dan 12:1) dan waktu reaksi (60, 90 dan 120 menit). Sedangkan variabel tetapnya adalah kecepatan pengadukan (600 rpm) dan suhu reaksi (60°C). Hasil penelitian yang diperoleh adalah rendemen biodiesel tertinggi diperoleh sebesar 54,7 mg/Kg pada waktu reaksi selama 60 menit, rasio mol metanol:minyak sebesar 12:1, katalis abu TKS sebesar 10 g per 75 mL metanol pada temperatur 60°C dan kecepatan pengadukan 600 rpm. Karakteristik biodiesel yang dianalisis pada penelitian ini meliputi massa jenis, viskositas kinematik, angka setana, titik nyala, titik kabut, residu karbon, temperatur distilasi 90%vol, fosfor, angka asam dan nilai kalor. Dari 10 (sepuluh) parameter ini maka 7 (tujuh) parameter telah memenuhi persyaratan SNI 04-7182:2012.

Kata Kunci: biodiesel, minyak jelantah, abu tandan kosong sawit

ABSTRACT

The purpose of this study was to know the effect of adding a catalyst ash of palm empty fruit bunches on the number and characteristics of biodiesel produced from used cooking oil. The independent variables studied are heavy ash of palm empty fruit bunches (8, 10 and 12 g), the mole ratio of methanol: oil (6: 1, 9: 1 and 12: 1) and reaction time (60, 90 and 120 minutes). The results obtained are highest biodiesel yield is obtained of 54.7 mg/Kg on a reaction time of 60 minutes, the mole ratio of methanol:oil at 12:1, catalyst ash 10 g per 75 mL of methanol at a temperature of 60°C and stirring speed 600 rpm. Characteristics of biodiesel were analyzed in the study include the density, kinematic viscosity, cetane number, flash point, the point of fog, carbon residue, distillation temperature 90% vol, phosphorus, acid number and calorific value.

Keywords: ash of palm empty fruit bunches, biodiesel, waste cooking oil

PENDAHULUAN

Biodiesel adalah bioenergi atau mono-alkil ester dari minyak nabati atau lemak hewani melalui proses transesterifikasi. Biodiesel digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti BBM untuk mesin diesel.

Keuntungan paling baik dari biodiesel bila dibandingkan dengan petrodiesel ialah biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan. Karakteristik terbakar biodiesel hampir sama dengan petrodiesel, emisi yang dihasilkan dari pembakaran biodiesel lebih sedikit yaitu 78% lebih rendah dibandingkan petrodiesel. Biodiesel memiliki sifat pelumasan sehingga turut membersihkan bagian dalam mesin sedangkan petrodiesel tidak memiliki sifat pelumasan. Angka setana biodiesel lebih tinggi dibandingkan petrodiesel (Budiman, dkk., 2014).

Proses pembuatan biodiesel sangat sederhana. Biodiesel dihasilkan melalui proses transesterifikasi minyak atau lemak dengan alkohol. Alkohol akan menggantikan gugus alkohol pada struktur ester minyak dengan dibantu katalis. NaOH dan KOH adalah katalis yang umum digunakan (Hambali, 2007). Sebagai bahan bakar mesin diesel, biodiesel mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam karena ketersediaan bahan bakar fosil terbatas dan beberapa tahun mendatang, sumber energi ini akan habis (Budiman, dkk., 2014).

Biodiesel dapat dihasilkan dari minyak jelantah atau minyak sisa penggorengan (Bajoe, 2008). Minyak jelantah adalah minyak goreng yang telah digunakan berulang kali untuk menggoreng dan biasanya berwarna kehitaman. Minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng ikan atau makanan yang lainnya tidak boleh melebihi sampai tiga kali penggorengan karena setiap dipakai minyak akan mengalami penurunan mutu dan berubah

warna. Minyak goreng mengalami kerusakan dikarenakan pada saat digunakan menggoreng, minyak akan mengalami proses degradasi, oksidasi dan dehidrasi (Andriana, 2013).

Minyak jelantah tidak dianjurkan untuk di konsumsi. Minyak jelantah hendaknya dimanfaatkan untuk keperluan lain, misalnya untuk bahan bakar kompor (sudah banyak beredar kompor berbahan bakar minyak jelantah), diolah kembali menjadi biodiesel dengan reaksi kimia transesterifikasi ataupun diolah menjadi sabun (Andriana, 2013). Semakin banyaknya industri kecil yang menggunakan minyak goreng, maka semakin banyak pula limbah minyak jelantah yang dihasilkan.

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 reaksi transesterifikasi atau alkoholisis. Reaksi transesterifikasi dengan katalis basa biasanya menggunakan logam alkali alkoksida, NaOH, KOH dan NaHCO_3 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 (Juwita, 2005). 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.

Penggunaan katalis ini dapat diganti dengan menggunakan abu tandan kosong kelapa sawit. Hasil pembakaran tandan kosong sawit yang berupa abu ternyata memiliki kandungan kalium yang cukup tinggi yaitu sebesar 30-40% sebagai K_2O . Abu tandan sawit ternyata memiliki

komposisi 30-40% K_2O , 7% P_2O_5 , 9% CaO , 3% MgO dan unsur logam lainnya (Fauzi, 2005). Dengan melarutkan sejumlah tertentu abu 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 reaksi transesterifikasi minyak nabati.

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 230250 kg tandan kosong sawit (TKS), 130-150 kg serat, 65-65 kg cangkang dan 55-60 kg biji dan 160-200 kg minyak mentah (Fauzi, 2005). Penggunaan tandan kosong sawit selama ini adalah sebagai substrat dalam budidaya jamur, bahan bakar boiler dan dibakar untuk dimanfaatkan abunya.

Dari kajian tersebut di atas, maka dilakukanlah penelitian terhadap karakteristik biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis abu tandan kosong sawit. Diharapkan biodiesel yang dihasilkan dapat mengatasi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil sekaligus dapat mengurangi limbah minyak jelantah dan tandan kosong sawit.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama 10 (sepuluh) bulan dari bulan Februari hingga November 2015 di Balai Riset dan Standardisasi Industri Pontianak Provinsi Kalimantan Barat. Bahan-bahan yang digunakan adalah minyak jelantah, abu tandan kosong sawit, metanol, karbon aktif, NaOH 16% dan akuades. Peralatan yang digunakan adalah labu leher tiga (reaktor), termometer, kondensor, *magnetic stirrer*, gelas ukur, erlenmeyer, corong pemisah (*decanter*), pipet tetes,

beaker gelas, statis/penyangga, selang air, kertas saring dan *hot plate stirrer*.

Pada penelitian ini, digunakan variabel bebas dan variabel tetap. Variabel bebas yang dipelajari adalah berat abu tandan kosong sawit (8,10 dan 12 g), rasio mol metanol:minyak (6:1, 9:1 dan 12:1) dan waktu reaksi (60, 90 dan 120 menit). Sedangkan variabel tetapnya adalah kecepatan pengadukan (600 rpm) dan suhu reaksi (60°C).

Preparasi Minyak Jelantah

Minyak jelantah yang diperoleh dari limbah rumah tangga dilakukan preparasi atau *pretreatment* terlebih dahulu sebelum dilakukan proses pembuatan biodiesel. Proses *pretreatment* minyak jelantah meliputi proses penyaringan, pemucatan (*bleaching*) dan Netralisasi. Selanjutnya dilakukan pengujian kadar %FFA-nya (harus kurang dari 1%).

Penyaringan minyak jelantah bertujuan untuk melepaskan partikel-partikel atau rempah-rempah makanan dari minyak. Proses penyaringan dilakukan dengan cara minyak jelantah dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 30-35°C lalu disaring dengan menggunakan kertas saring.

Pemucatan (*bleaching*) minyak jelantah bertujuan untuk menghilangkan zat warna alami dan zat warna lain yang merupakan degradasi zat alamiah, pengaruh logam dan warna akibat oksidasi. Proses pemucatan dilakukan dengan cara minyak jelantah hasil penyaringan dicampur dengan karbon atau arang aktif, dipanaskan pada suhu 100°C dan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam. Selanjutnya disaring dengan menggunakan kertas saring. Arang mempunyai pori yang sangat banyak sehingga dapat menyerap berbagai kotoran. Dengan demikian arang atau karbon aktif banyak digunakan dalam penyaringan atau penjernihan baik air ataupun yang lainnya.

Netralisasi minyak jelantah bertujuan untuk penghilangan fosfat, asam lemak bebas dan warna. Proses netralisasi dilakukan dengan cara minyak jelantah diberi larutan NaOH 16% kemudian dipanaskan pada suhu 40°C dan diaduk selama 10 menit. Setelah terbentuk endapan kemudian disaring.

Preparasi Katalis

Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah abu tandan kosong sawit. Tandan kosong sawit diperoleh dari PT. Bumi Pratama Khatulistiwa-Kalimantan Barat. Katalis abu diperoleh dengan cara membakar serabut tandan kosong sawit hingga menjadi abu kemudian disaring dengan menggunakan ayakan 100 mesh.

Pembuatan Natrium Metoksida

Abu tandan kosong sawit yang telah diayak masing-masing ditimbang sebanyak 8, 10 dan 12 g lalu direndam dalam 75 mL metanol ($BM = 32,04 \text{ g mol}^{-1}$) selama ± 48 jam pada temperatur kamar selanjutnya disaring. Ekstrak/hasil saringan yang diperoleh dicukupkan volumenya sehingga diperoleh rasio mol metanol:minyak (6:1, 9:1 dan 12:1) yang akan digunakan untuk melakukan transesterifikasi terhadap minyak jelantah dengan asumsi bahwa minyak jelantah merupakan minyak kelapa sawit dengan $BM = 704 \text{ g mol}^{-1}$.

Pembuatan Biodiesel (Proses Transesterifikasi)

Transesterifikasi dilakukan pada labu leher tiga kapasitas 500 mL, yang dilengkapi dengan pemanas listrik, termometer, pengaduk magnet (*magnetic stirer*) dan sistem pendingin (kondensor *Allihn*). Ditimbang 100 g minyak jelantah dan 10 g katalis sesuai perlakuan (8, 10 dan 12 g) kemudian dituang dalam labu leher tiga lalu dirangkai dengan sistem pendingin. Sejumlah tertentu larutan metanol yang telah dipersiapkan dituang

ke dalam labu leher tiga tersebut dan pengaduk magnet dihidupkan. Temperatur diatur pada 60°C dan pengaduk magnet dihidupkan pada kecepatan 600 rpm. Ketika temperatur mencapai 60°C, dihitung waktu reaksi (60, 90 dan 120 menit). Setelah mencapai waktu yang ditentukan, pengadukan dihentikan dan campuran yang terbentuk dituang dalam corong pemisah lalu dibiarkan selama 2 jam hingga terbentuk 2 lapisan pada temperatur kamar. Lapisan metil ester (biodiesel) yang terbentuk dipisahkan dari lapisan gliserol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Asam Lemak Bebas Minyak Jelantah Setelah *Pretreatment*

Kadar persentase asam lemak bebas (%FFA) minyak jelantah untuk bahan baku biodiesel harus kurang dari 1% (Wijaya, 2011). Pada penelitian ini, kadar %FFA minyak jelantah setelah dilakukan *pretreatment* sebesar 0,052% dan jumlah ini sudah sesuai untuk bahan baku biodiesel.

Kadar Kalium dalam Abu Tandan Kosong Sawit

Berdasarkan analisis kadar logam total dalam tandan kosong sawit (TKS) dengan AAS, logam kalium merupakan kandungan logam terbesar yang terdapat dalam abu TKS. Kadar Kalium untuk masing-masing berat abu TKS yaitu 8, 10 dan 12 g yang diekstrak dengan 75 mL metanol teknis dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Ekstrak kalium dalam abu TKS menggunakan 75 mL metanol teknis

No.	Berat abu TKS (g)	Kalium Terekstraksi (mg/Kg)
1	8	90,35
2	10	141,48
3	12	118,88

Sumber : Laboratorium Baristand Industri Pontianak

Pada **Tabel 1** menunjukkan bahwa kadar kalium tertinggi dalam abu TKS yang diekstrak dengan menggunakan 75 ml metanol adalah sebesar 141,48 mg/Kg untuk berat abu TKS sebanyak 10 g. Kalium yang terdapat dalam abu TKS dalam bentuk senyawa kalium karbonat (K_2CO_3) (Sibarani, dkk., 2007).

Pengaruh Rasio Mol Metanol:Minyak Terhadap Rendemen Biodiesel

Pengaruh rasio mol metanol:minyak terhadap rendemen hasil biodiesel diamati dengan memvariasikan rasio mol metanol:minyak 6:1, 9:1 dan 12:1. Reaksi dilakukan selama 120 menit (Imaduddin, dkk., 2008; Yoeswono, dkk., 2006) pada temperatur $60^\circ C$ dan pengadukan 600 rpm. Rendemen biodiesel yang diperoleh dapat dilihat pada **Tabel 2**. Pada **Tabel 2** memperlihatkan bahwa rasio mol metanol:minyak sebesar 12:1 memberikan konversi hasil biodiesel yang tinggi dibandingkan 6:1 dan 9:1. Peningkatan rasio mol pereaksi diikuti dengan meningkatnya metil ester yang dihasilkan.

Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Rendemen Biodiesel

Berdasarkan rendemen biodiesel hasil transesterifikasi dengan variasi mol reaktan (**Tabel 2**) maka dapat dilihat persentase biodiesel yang tinggi diperoleh pada rasio mol metanol:minyak yaitu 12:1. Dengan menggunakan rasio mol metanol:minyak sebesar 12:1 selanjutnya dilakukan pembuatan biodiesel dengan variasi waktu reaksi. Rendemen biodiesel hasil transesterifikasi dengan variasi waktu reaksi yang dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 2. Rendemen biodiesel hasil transesterifikasi selama 120 menit dengan variasi mol reaktan

Rasio mol minyak:metanol	Berat abu TKS dalam 75 ml metanol (g)	Biodiesel (%)
1:6	8	24,7
	10	25,1
	12	28,2
1:9	8	41,9
	10	41,9
	12	40,7
1:12	8	53,4
	10	54,5
	12	54,1

Tabel 3. Rendemen biodiesel hasil transesterifikasi dengan variasi waktu pada rasio mol metanol:minyak = 12:1

Waktu Reaksi (menit)	Berat abu TKS dalam 75 ml metanol (g)	Biodiesel (%)
60	8	54,1
	10	54,7
	12	54,1
90	8	53,4
	10	54,5
	12	53,6
120	8	53,3
	10	53,3
	12	52,2

Berdasarkan teori, semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan memperoleh hasil yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil (Hikmah & Zuliyana, 2010).

Pada penelitian ini, seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 3**, konversi biodiesel tertinggi diperoleh pada waktu reaksi 60 menit dengan katalis abu TKS sebesar 10 g per 75 mL metanol adalah 54,7 mg/Kg. Setelah 60 menit, hasil

konversi reaksi menjadi turun, hal ini disebabkan karena kesetimbangan reaksi sudah tercapai dalam waktu 60 menit sehingga waktu yang lebih lama dari 60 menit tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil. Reaksi yang terjadi dalam proses transesterifikasi adalah kesetimbangan maka apabila sudah terjadi kesetimbangan, reaksi akan bergeser ke kiri dan akan memperkecil produk yang diperoleh.

Karakteristik Biodiesel

Standar mutu biodiesel Indonesia berdasarkan SNI 04-7182:2012 dapat dilihat pada **Tabel 4**. Pengujian parameter

untuk menentukan karakteristik biodiesel hasil penelitian dilakukan di LPPT (Laboratorium Pengujian dan Penelitian Terpadu), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Namun untuk parameter fosfor dan angka asam dilakukan di laboratorium Baristand Industri Pontianak. Karakteristik biodiesel hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 5**. Karakteristik biodiesel berdasarkan pengujian terdiri dari parameter massa jenis pada 40°C, viskositas kinematik pada 40°C, angka setana, titik nyala, titik kabut, residu karbon, temperatur distilasi 90% vol, fosfor, angka asam dan nilai kalor.

Tabel 4. Standar mutu biodiesel Indonesia (SNI 04-7182:2012)

No.	Parameter dan Satuan	Batas Nilai	Metode Uji
1.	Massa jenis pada suhu 40°C, Kg/m ³	850-890	ASTM D 1298 atau ASTM D 4052
2.	Viskositas kinematik pada suhu 40°C, mm ² /s (cSt)	2,3-6,0	ASTM D 445
3.	Angka setana	Min. 51	ASTM D 613 atau ASTM D 6890
4.	Titik nyala (mangkok tertutup), °C	Min. 100	ASTM D 93
5.	Titik kabut, °C	Maks. 18	ASTM D 2500
6.	Korosi lempeng tembaga (3 jam, 50°C)	Maks. No. 1	ASTM D 130
7.	Residu karbon (%-massa)		ASTM D 4530 atau ASTM D 189
	- Dalam contoh asli	Maks. 0,05	
	- Dalam 10% ampas distilasi	Maks. 0,3	
8.	Air dan sendimen, %-vol	Maks. 0,05	ASTM D 2709
9.	Temperatur distilasi, 90%, °C	Maks. 360	ASTM D 1160
10.	Abu tersulfatkan, %-massa	Maks. 0,02	ASTM D 874
11.	Belerang, (mg/Kg)	Maks. 100	ASTM D 5453 atau ASTM D 1266 atau ASTM D 4294 atau ASTM 2622
12.	Fosfor, (mg/Kg)	Maks. 10	AOCS Ca 12-55
13.	Angka asam, mg-KOH/g	Maks. 0,6	AOCS Cd 3d-63 atau ASTM D 664
14.	Gliserol bebas, %-massa	Maks. 0,02	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584
15.	Gliserol total, %-massa	Maks. 0,24	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584
16.	Kadar ester metil, %-massa	Min. 96,5	Dihitung
17.	Angka iodium, %-massa (12/100g)	Maks. 115	AOCS Cd 1-25
18.	Kestabilan oksidasi (menit)		
	- Periode induksi metode rancimat	360	EN 15751
	- Periode induksi metode petro oksidasi	27	ASTM D 7545

Sumber: Forum Biodiesel Indonesia (2006)

Tabel 5. Karakteristik biodiesel

No.	Parameter dan Satuan	Biodiesel Hasil Penelitian n	SNI 04-7182:2012
a.	Massa jenis pada suhu 40°C, Kg/m ³	798 0,593	850-890 2,3-6,0
b.	Viskositas kinematik pada suhu 40°C, mm ² /s		
c.	(cSt)	60,5	Min. 51
d.	Angka setana Titik nyala	286	Min. 100
e.	(mangkok tertutup), °C	1	Maks. 18
f.	Titik kabut, °C	0,1073	Maks. 0,3
g.	Residu karbon (%- massa)	68	Maks.
h.	Temperatur distilasi, 90%, °C	3,8	360
i.	Fosfor, (mg/Kg)	0,28	
j.	Angka asam, mg-KOH/g	19.913	Maks. 10
	Nilai kalor (<i>heating value</i>), BTU/lb		Maks. 0,6 -

a. Massa Jenis pada 40°C

Massa jenis biodiesel yang dihasilkan sebesar 798 Kg/m³ (persyaratan SNI 04-7182:2012 adalah maks. 850-890 Kg/m³). Nilai ini merupakan indikator banyaknya zat-zat pengotor, seperti sabun dan gliserol hasil reaksi penyabunan, asam-asam lemak yang tidak terkonversi menjadi metil ester (biodiesel), air, sodium hidroksida sisa ataupun sisa metanol yang terdapat dalam biodiesel. Jika massa jenis biodiesel melebihi ketentuan sebaiknya tidak digunakan karena akan meningkatkan keausan mesin dan menyebabkan kerusakan mesin (Setiawati dan Edwar, 2012).

b. Viskositas Kinematik pada 40°C

Viskositas merupakan sifat fisis yang penting bagi bahan bakar mesin diesel. Viskositas kinematik pada 40°C biodiesel yang dihasilkan sebesar 0,593 (persyaratan SNI 04-7182:2012 adalah 2,3-6,0 mm²/s). Viskositas bahan bakar terlalu tinggi (kental) dapat menyulitkan aliran, pemompaan dan penyalaan. Viskositas bahan bakar terlalu rendah

(encer) akan dapat menyulitkan penyebaran bahan bakar sehingga sulit terbakar dan akan menyebabkan kebocoran dalam pipa injeksi (Setiawati dan Edwar, 2012). Kedua hal yang ekstrim ini dapat menimbulkan kerugian sehingga salah satu persyaratan bahan bakar mesin diesel adalah nilai viskositas standar bahan bakar mesin diesel (Golanz, 2012).

c. Angka Setana

Angka setana merupakan ukuran kualitas penyalaan sebuah bahan bakar diesel dalam keadaan terkompresi atau dengan kata lain kemampuan bahan bakar untuk menyala sendiri. Angka setana biodiesel yang dihasilkan sebesar 60,5 (persyaratan SNI 04-7182:2012 adalah min. 51). Bilangan setana dari minyak diesel konvensional dipengaruhi oleh struktur molekul hidrokarbon penyusun. Normal parafin dengan rantai panjang mempunyai bilangan setana lebih besar daripada cycloparafin, iso parafin, olefin dan aromatik. Bilangan setana dari biodiesel juga sangat bervariasi. Metil ester dari asam lemak palmitat dan stearat mempunyai bilangan setana hingga 75 sedangkan bilangan setana untuk linoleat hanya mencapai 33. Semakin rendah bilangan setana maka semakin rendah pula kualitas penyalannya karena memerlukan suhu penyalaan yang lebih tinggi (Golanz, 2012).

d. Titik Nyala

Titik nyala (*flash point*) adalah suhu terendah dimana bahan bakar dalam campurannya dengan udara akan menyala. Titik nyala biodiesel yang dihasilkan sebesar 286°C (persyaratan SNI 04-7182:2012 adalah min. 100°C). Titik nyala berhubungan dengan keamanan dan keselamatan terutama dalam *handling and storage*. Titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan untuk terbakar dari suatu bahan bakar (Setiawati dan Edwar, 2012). Titik

nyala yang terlampau tinggi dapat menyebabkan keterlambatan penyalaan, sementara apabila titik nyala terlampau rendah akan menyebabkan timbulnya detonasi yaitu ledakan – ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang bakar. Hal ini juga dapat meningkatkan resiko bahaya pada saat penyimpanan (Golanz, 2012).

e. Titik Kabut

Titik kabut (*cloud point*) adalah temperatur suatu minyak mulai keruh bagaimana berkabut, tidak lagi jernih pada saat didinginkan. Jika temperatur diturunkan lebih lanjut akan didapat titik tuang (*pour point*). Titik kabut biodiesel yang dihasilkan pada penelitian ini sebesar 1°C (persyaratan SNI 04-7182:2012 adalah maks. 18°C). Temperatur pengkabutan ini menunjukkan titik temperatur terendah yang menunjukkan mulai terbentuknya kristal parafin yang dapat menyumbat saluran bahan bakar. Semakin rendah temperatur pengkabutan maka kualitas biodiesel tersebut semakin baik (Hariska, dkk., 2012).

f. Residu Karbon

Residu karbon biodiesel yang dihasilkan sebesar 0,1073 (persyaratan SNI 04-7182:2012 adalah maks. 0,3%). Hal ini menandakan bahwa biodiesel tersebut tidak mengandung sisa karbon di atas standar. Residu karbon bahan bakar yang tinggi menyebabkan silinder cepat terabrasi, selain itu akan mengakibatkan terbentuknya deposit karbon dan zat yang kental pada piston dan silinder (Setiawati dan Edwar, 2012).

Sisa karbon atau *carbon residu* yang tertinggal pada proses pembakaran akan menyebabkan terbentuknya endapan kokas yang dapat menyumbat saluran bahan bakar. Hal ini dapat menyebabkan terhambatnya operasi mesin secara normal serta dapat menyebabkan bagian-bagian pompa injeksi bahan bakar cepat menjadi aus.

Dengan demikian, semakin rendah nilai sisa karbon maka semakin baik efisiensi motor tersebut (Golanz, 2012).

g. Temperatur Distilasi 90% vol

Temperatur distilasi 90% vol biodiesel yang dihasilkan sebesar 68°C (persyaratan SNI 04-7182:2012 adalah maks. 360°C). Nilai ini aman untuk digunakan sebagai bahan bakar (Setiawati dan Edwar, 2012).

h. Fosfor

Persyaratan fosfor dalam biodiesel dibatasi maksimal 10 mg/Kg atau 10 ppm karena kandungan fosfor yang tinggi dapat merusak *catalytic converters*. Kadar fosfor biodiesel yang dihasilkan pada penelitian ini di bawah baku mutu, yaitu 3,8 ppm sehingga tidak menimbulkan kerak di kamar pembakaran mesin diesel dan tidak meningkatkan jumlah emisi partikulat dalam emisi gas buang (Setiawati dan Edwar, 2012).

i. Angka Asam

Angka asam adalah jumlah miligram KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam satu gram minyak atau lemak. Angka asam dari biodiesel yang dihasilkan sebesar 0,28 mg-KOH/g (persyaratan: maks. 0,6 mg-KOH/g). Rendahnya asam lemak yang dihasilkan menandakan bahwa kandungan asam lemak bebas pada bahan baku minyak jelantah telah menurun (Setiawati dan Edwar, 2012).

j. Nilai Kalor

Nilai kalor (*heating value*) adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas atau kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen. Nilai kalor bahan bakar minyak umumnya antara 18.300-19.800 BTU/lb atau 10.160-11.000 Kcal/Kg. Nilai kalor berbanding terbalik terhadap berat jenis. Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak akan semakin rendah nilai kalor, demikian sebaliknya

semakin rendah berat jenis suatu minyak akan semakin besar nilai kalornya. Sebagai contoh berat jenis minyak solar lebih besar dari pada premium akan tetapi nilai kalor minyak solar lebih rendah dari pada premium. Nilai kalor diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan untuk suatu mesin dalam suatu periode (Hariska, dkk., 2012). Pada penelitian ini nilai kalor yang diperoleh sebesar 19.913 BTU/lb.

KESIMPULAN

Rendemen biodiesel tertinggi diperoleh sebesar 54,7 mg/kg pada waktu reaksi selama 60 menit, rasio mol metanol:minyak sebesar 12:1, katalis abu TKS sebesar 10 g per 75 ml metanol pada temperatur 60°C dan kecepatan pengadukan 600 rpm. Karakteristik biodiesel yang dianalisis pada penelitian ini meliputi massa jenis, viskositas kinematik, angka setana, titik nyala, titik kabut, residu karbon, temperatur distilasi 90% vol, fosfor, angka asam dan nilai kalor. Dari 10(sepuluh) parameter ini maka 7(tujuh) parameter telah memenuhi persyaratan SNI 04-7182:2012 yaitu angka setana sebesar min. 60,5 (syarat: min. 51), titik nyala 286°C (syarat: min. 100°C), titik kabut 1°C (syarat: maks. 18°C), residu karbon 0,1073% massa (syarat: maks. 0,3% massa), temperatur distilasi 90% vol adalah 68°C (syarat: maks. 360°C), fosfor 3,8 mg/kg (syarat: maks. 10 mg/kg) dan angka asam 0,28 mg-KOH/g (syarat: maks. 0,6 mg-KOH/g). Sedangkan 3(tiga) parameter berupa massa jenis, viskositas kinematik dan nilai kalor belum memenuhi persyaratan SNI 04-7182:2012.

SARAN

Disarankan untuk dilakukan penelitian terhadap karakteristik yang belum memenuhi persyaratan SNI 04-

7182:2012 seperti massa jenis, viskositas kinematik dan nilai kalor.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriana, T. (2013). *Serba Serbi Minyak Jelantah*. <http://www.putraindonesiamalang.or.id/category/artikel/kimia>. Diakses 29 Januari 2014.
- Bajoe (2008). *Mengenal Biodiesel*. Wikimu. <http://www.wikimu.com/News/Print.aspx?id=6030>.
- Budiman, A., R.D. Kusumaningtyas, Y.S. Pradana & N.A. Lestari. (2014). *Biodiesel Bahan Baku, Proses dan Teknologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Fauzi, Y. (2005). *Kelapa Sawit, Budi Daya Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Forum Biodiesel Indonesia. (2006). *Persyaratan Kualitas Biodiesel Menurut SNI-04-7128-2006*. Tim Penebar Swadaya.
- Golanz, Y. (2012). *Pemanfaatan Minyak Jelantah Dalam Pembuatan Biodiesel Dengan Menggunakan Katalis Sodium Metoksida*. <http://golanzaja.blogspot.co.id/2012/08/bab-i-pendahuluan-a.html>.
- Hambali. (2007). *Teknologi Bioenergi*. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Hariska, A., Suciati, R.F. & Ramdja, A.F. (2012). Pengaruh Metanol dan Katalis Pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Secara Esterifikasi dengan Menggunakan Katalis K₂CO₃. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(1):1-9.
- Hikmah, M.N. & Zuliyana. (2010). *Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi*. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Imaduddin, M., Yoeswono, Wijaya, K. & Tahir I. (2008). Ekstraksi Kalium dari

- Abu Tandan Kosong Sawit sebagai Katalis pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*. 3(1-3):14-20.
- 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.
- Setiawati, E. & Edwar, F. (2012). Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi Sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel. *Jurnal Riset Industri*. 6(2):117-127.
- Sibarani, J., Khairi, S., Yoeswono, Wijaya, K. & Tahir, I. (2007). Pengaruh Abu Tandan Kosong Sawit pada Transesterifikasi Minyak Sawit menjadi Biodiesel. *Indo. J. Chem.* 7(3):314-319.
- Wijaya, K. (2011), *Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas*. Pusat Studi Energi (PSE)-Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Yoeswono, Sibarani, J. & Khairi, S. (2006). *Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Katalis Basa pada Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel*. Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.