

KAJIAN PERBEDAAN KATALIS DAN MEMINIMALISIR WAKTU DALAM PEMANFAATAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT MENJADI BIODIESEL

Juita Purnamasari¹⁾, Widya Anggraini¹⁾, dan Riko Herdiansah²⁾

¹⁾Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Email: juita.purnamasari@yahoo.co.id, anggrainiwidya11@yahoo.co.id

²⁾Produksi Ternak, Fakultas pertanian, Universitas Bengkulu

Email: riko5867@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study is to assess the quantity and quality of the biodiesel produced using ultrasonic technology with an acid catalyst and modification time. The raw material in this study is the oil fraction from palm oil processing wastewater. In the esterification process used two variations of the addition of an acid catalyst. The results showed the use of ultrasonic techniques with 0.5% H₂SO₄ catalyst with a time of 25 minutes and the temperature of 60^oC can produce a higher yield compared to other treatments. So also was able to meet the quality of SNI 04-7182-2006 for quality parameters density, viscosity, cetane number, cloud point and the number odium.

Keywords: *methyl ester, fraction of palm oil from waste water, ultrasonic technology*

1. PENDAHULUAN

Indonesia yang semula adalah salah satu pengeksportir BBM, kini menjadi Negara pengimpor BBM sejak tahun 2000. Kondisi ini sangat memprihatinkan, terlebih lagi ketergantungan Indonesia terhadap bahan bakar fosil sangat besar. Berdasarkan data ESDM (2006), minyak bumi mendominasi 52,5% pemakaian energy Indonesia, sedangkan penggunaan gas bumi sebesar 19%, batu bara 21,5%, air 3,7%, panas bumi 3%, dan energy terbarukan hanya sekitar 0,2% dari total penggunaan energy.

Padahal menurut data ESDM (2006), cadangan minyak bumi Indonesia hanya sekitar 9 miliar barel dan produksi Indonesia hanya sekitar 500 juta barel per tahun. Ini artinya jika terus dikonsumsi dan tidak ditemukan cadangan minyak baru atau tidak ditemukan teknologi baru untuk meningkatkan recovery minyak bumi, diperkirakan cadangan minyak bumi Indonesia akan habis dalam waktu dua puluh tiga tahun mendatang terhitung dari

tahun 2006. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui bersifat biodegradable, non-toxic, mempunyai angka emisi CO₂ dan gas sulfur yang rendah serta ramah terhadap lingkungan. Pemerintah telah melakukan berbagai kebijakan tercermin dalam Inpres No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (BBN) sebagai Bahan Bakar Lain dan Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional.

Mengingat minyak solar sangat berperan dalam transportasi, baik transportasi barang maupun orang, maka penyediaan minyak solar di masa mendatang sulit untuk dihitung dan harus dipenuhi. Oleh karena itu perlu dicari langkah-langkah untuk mengurangi atau menggantikan pemakaian minyak solar tersebut dengan bahan bakar alternative (limbah cair CPO). (Sugiyono, 2006)

Selama ini limbah cair dalam setiap pabrik pengolahan CPO (Crude Palm Oil) belum banyak dimanfaatkan sehingga dibuang kelingkungan dan cenderung mencemari lingkungan. Jumlah minyak limbah yang cukup besar pada pengolahan minyak kelapa sawit merupakan sumber bahan baku yang cukup potensial untuk dijadikan bahan bakar nabati (BBN) yang murah dan pemakaiannya tidak bersaing dengan kebutuhan pokok manusia (Setiadi & Fitria, M. 2006).

Pada limbah cair kelapa sawit banyak terdapat asam lemak bebas yang dapat menghambat proses pembuatan biodiesel, maka untuk menetralsir asam lemak bebas tersebut maka diperlukan perlakuan yang disebut esterifikasi dan selanjutnya di reaksikan dengan transesterifikasi. Pada reaksi esterifikasi, katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat seperti BF₃, kelebihan dari BF₃ ini yaitu hasil akhir (solar) sangat optimal tetapi harga BF₃ itu sendiri sangatlah mahal sehingga susah untuk menarik perhatian masyarakat untuk membeli biodiesel ini. Pada kesempatan penelitian ini peneliti akan mencoba varian katalis asam yang lain, yang harganya lebih terjangkau dan mencoba beberapa waktu yang tepat agar hasil akhir sangat optimal

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, yaitu uji coba langsung pengolahan minyak limbah cair PMKS menjadi biodiesel dengan menggunakan metode ultrasonic. Pada penelitian ini akan dianalisa dengan factorial acak lengkap dua factor. Factor pertama adalah karakteristik katalis (K1) H₂SO₄ 1% dan (K2) H₂SO₄ 0,5%, dan faktor kedua adalah waktu (W1) 25 menit dan (W2) 30 menit dengan pengaturan suhu 60⁰c, masing-masing 2 kali

pengulangan. Total dari percobaan ini adalah sebanyak 8 sampel.

Pelaksanaan kegiatan PKM ini akan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pertanian Universitas Bengkulu. Waktu pelaksanaannya setiap hari dimulai pukul 08.30 WIB sampai pukul 15.30 WIB. Seluruh rangkaian kegiatan dilakukan selama 3 bulan.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia 500 ml, 250 ml, thermometer, hotplate 1 buah, mesin vakum, neraca analitik, gelas ukur 50 ml, 500 ml, corong pemisah, Erlenmeyer 500 ml, biuret, pipet tetes, viscometer, tabung reaksi, desikator, oven, cawan, petri, pH meter, pendingin balik, kain saring, sudip, motor pengaduk/ magnet pengaduk, piknometer, elektrotermal, labu destilasi, dan alat ultrasonic, kompor gas serta rak simpanan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair CPO, aquades, NaOH, methanol 95% atau 99% hulb A (iodium dilarutkan dalam etanol) dan hulb B (merkuri klorida dilarutkan dalam etanol), Na₂S₂O₃ 0,1N, HCl 4,5M, indicator pati, kloroform, KI 15%, indicator phenolphtalein, etanol 96%, CaCl₂, H₃PO₄, larutan NaOH 0,1N, KOH, HNO₃ 1%, HCL 1%, H₂SO₄ 0,5%, H₂SO₄ 1%, zeolit

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, mutu biodiesel dari fraksi minyak limbah cair PMKS dengan kombinasi katalis dan waktu yang berbeda melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi adalah beragam. Mutu

biodiesel yang meliputi massa jenis, viskositas, angka setana, titik kabut, titik gel, bilangan asam, bilangan

iodium, bilangan penyabunan dan kadar zat menguap disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Nilai Rerata Karakteristik Mutu Biodiesel

parameter	Perlakuan				SNI
	H ₂ SO ₄ 1% dengan suhu 60 ⁰ c		H ₂ SO ₄ 0,5% dengan suhu 60 ⁰ c		
	25 menit (A)	30 menit (B)	25 menit (C)	30 menit (D)	
Rendemen	56,25	56,75	58,75	55,25	-
Massa jenis	0,855	0,852	0,857	0,856	0,850 – 0,890 g/cm ³
Viskositas	5,872	5,190	5,528	5,562	2,3 – 6,0 cSt
Angka setana	165,54	98,367	113,48	102,67	Min 51
Titik kabut	11,5	11	12,5	12,5	Maks 18 ⁰ C
Titik gel	3,5	4	3,5	3,5	Maks -2 ⁰ C
Bilangan asam	3,761	3,488	4,452	4,741	Maks 0,8 mg KOH/g
Bilangan iod	45,940	39,324	49,210	71,008	Maks 115
Penyabunan	48,279	88,277	69,792	74,153	-
Kadar zat menguap	0,680	0,435	0,379	0,595	-

Sumber: Data yang diolah berdasarkan Dirjen Migas No.3624K/24/DJM/2006

Berdasarkan tabel di atas, yang bercetak tebal adalah parameter yang memenuhi SNI biodiesel. Untuk perlakuan katalis H₂SO₄ 0,5% x 25 menit x 60⁰C dinilai dapat menghasilkan biodiesel dengan mutu yang dapat memenuhi Standar Nasional Indonesia untuk biodiesel. Sedangkan untuk perlakuan katalis asam H₂SO₄ 1% x 30 menit x 60⁰C menunjukkan kurang memenuhi SNI biodiesel. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan kombinasi katalis asam dan waktu pada suhu 60⁰C yang semua proses terjadi dalam

ultrasonik cleaner dapat menghasilkan biodiesel yang memenuhi SNI biodiesel.

Rendemen menunjukkan persentasi produk yang dihasilkan (biodiesel) terhadap bahan baku yaitu minyak limbah cair PMKS. Rendemen dipengaruhi oleh kualitas bahan baku. Dalam penelitian ini, bahan baku yang digunakan yaitu minyak limbah cair PMKS yang kandungan ALB setelah dilakukan proses *degumming* dan *bleaching* yaitu rata – rata sebesar

27,05%. Menurut Rahayu (2005) dalam Aldiona (2011), bila kandungan ALB dan air terlalu tinggi, mengakibatkan terjadinya penyabunan (saponifikasi) dan akan menimbulkan masalah pada pemisahan gliserol sebagai produk samping. Selain itu juga rendemen biodiesel berbanding terbalik dengan kandungan ALB pada minyak (Sumarni, 2008).

Pemeriksaan visual adalah untuk melihat apakah reaksi metil ester berhasil atau tidak, yaitu dengan cara melihat warna lapisan yang terbentuk. Lapisan atas warnanya lebih terang dari lapisan bawah. Lapisan atas tersebut menunjukkan hasil metil ester yang diperoleh sedangkan lapisan bawah menunjukkan gliserol yang dihasilkan (Puspanosa, 2007). Terdapat perbedaan warna lapisan yang terbentuk, bahwa lapisan atas lebih terang dengan warna kemerah – merahan dan lapisan bawah terbentuknya endapan dengan warna kekuning – kuning.

Menurut Indartono (2006) dan Heriwibowo (2009), massa jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Penentuan massa jenis biodiesel dapat dilakukan dengan piknometer atau alat yang memiliki prinsip kerja yang sama.

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki oleh fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi, biasanya dinyatakan dalam waktu yang dibutuhkan oleh fluida untuk mengalir pada jarak tertentu. Karakteristik ini sangat penting karena akan

mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel (Aldiona, 2011). Menurunkan viskositas dapat dilakukan dengan proses dua tahap esterifikasi dan transesterifikasi dengan menurunkan ALB kurang dari 2% menjadi tujuan utama dari proses konversi minyak menjadi metil ester. Viskositas biodiesel yang lebih tinggi pada kombinasi perlakuan yang lain dipengaruhi oleh kandungan trigliserida yang tidak bereaksi dengan metanol, komposisi asam lemak penyusun metil ester, serta senyawa antara seperti monogliserida dan digliserida yang mempunyai polaritas dan bobot molekul yang cukup tinggi. Selain itu, kontaminasi gliserin juga memengaruhi nilai viskositas biodiesel (Bajpai dan Tyagi, 2006).

Titik kabut adalah temperatur suatu minyak mulai keruh bagaikan berkabut, tidak lagi jernih pada saat didinginkan atau suhu dimana mulai terlihatnya cahaya yang berwarna suram relative terhadap cahaya sekitarnya pada permukaan bahan bakar nabati pada proses pendinginan (Aldiona, 2011).

Titik gel adalah titik temperatur terendah yang menunjukkan mulai terbentuknya Kristal yang dapat menyumbat saluran bahan bakar atau ultrasonic saat suatu zat cair berubah fase menjadi gel. Titik gel dipengaruhi oleh derajat ketidakjenuhan (angka iodin). Semakin tinggi ketidakjenuhan, titik gel akan semakin rendah. Titik gel juga dipengaruhi oleh panjang rantai karbon. Semakin panjang rantai karbon maka titik gel semakin tinggi. Pengukuran titik ini ditujukan untuk mengetahui ketahanan biodiesel terhadap suhu rendah (Prihandana, 2007). Menurut Heriwibowo (2009),

keberadaan gliserol dalam biodiesel pada proses tahap pertama (esterifikasi) menjadi penentu besarnya titik gel yang didapat. Apabila kandungan gliserol pada hasil transesterifikasi tinggi dan tidak terpisahkan secara sempurna, maka nilai titik gel biodiesel meningkat.

Angka asam menunjukkan mg KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan ALB dalam 1 gram sampel biodiesel. Menurut Indartono (2006) dalam Aldiona (2011), keberadaan asam lemak tak jenuh dapat mempengaruhi degradasi biodiesel menjadi asam lemak penyusunnya. Asam – asam yang terkandung yaitu sisa – sisa asam lemak bebas dan asam lemak mineral yang tidak habis ternetralisasi. Nilai angka asam menunjukkan tingkat keberhasilan dari tahapan II proses pembuatan biodiesel. Apabila biodiesel memiliki angka asam yang tinggi maka akan memiliki sifat korosif yang tinggi dan dapat menimbulkan kerak atau jelaga pada injektor (Prihandana dkk, 2006).

Menurut Worgetter (1998) dalam Aldiona (2011) menyatakan bahwa bilangan iod merupakan gambaran banyaknya komponen ikatan tidak jenuh (ikatan rangkap) dalam biodiesel. Dalam SNI biodiesel ditetapkan maksimal bilangan iod sebesar 155 g-I₂/100 gr. Tingginya nilai ketidakjenuhan material biodiesel berdampak pada penurunan stabilitas oksidasi. Terlalu banyak ikatan tidak jenuh dalam biodiesel juga berpengaruh negative pada operasi kerja mesin (Schafer, 1998).

Angka penyabunan menunjukkan banyaknya mg-KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 gram sampel (Aldiona (2011)). Sabun yang terkandung yaitu sisa – sisa hasil transesterifikasi dan mineral yang tidak habis ternetralisasi. Nilai penyabunan menunjukkan tingkat keberhasilan dari tahapan II proses pembuatan biodiesel.

Bilangan penyabunan juga menyatakan indeks berat molekul suatu minyak. Minyak yang mempunyai asam lemak (rantai pendek) sedikit maka jumlah gliseridanya akan banyak sehingga bilangan penyabunannya tinggi. Nilai bilangan penyabunan ini digunakan sebagai data untuk memperoleh bilangan setana. Menurut Indartono (2006) dalam Aldiona (2011) nilai bilangan penyabunan berbanding terbalik dengan angka setana.

Angka setana menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk menyala sendiri (*auto ignition*). Angka setana yang tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur yang relative rendah, dan sebaliknya angka setana yang rendah menunjukkan bahan bakar baru dapat menyala pada temperatur yang relatif tinggi. Angka setana dapat dipengaruhi oleh besarnya nilai angka penyabunan (Aldiona, 2011).

Kadar zat menguap adalah nilai yang menunjukkan adanya senyawa-senyawa mudah menguap dan senyawa organik pada temperature tertentu. Tingginya kadar zat yang menguap dipengaruhi panjang rantai karbon dan adanya senyawa-senyawa organik lainnya. Semakin panjang rantai karbon, titik didih semakin tinggi,

maka semakin rendah kadar zat yang menguap. Semakin pendek rantai karbon, titik didih semakin rendah maka semakin tinggi kadar zat menguap (Anonim, 2010). Tingginya sifat penguapan memberikan kemudahan starter, kesempurnaan pemerataan penguapan pada saat akselerasi, dan rendahnya potensi pembentukan kerak. Kandungan air yang tinggi dalam minyak nabati akan menyebabkan terjadinya hidrolisis yang akan menaikkan kadar asam lemak bebas dalam minyak nabati. Fukuda *et al.* (2001) dan Sudradjat *et al.* (2005) melaporkan bahwa keberadaan air yang berlebihan dapat menyebabkan sebagian reaksi berubah menjadi reaksi saponifikasi yang akan menghasilkan sabun, sabun akan bereaksi dengan katalis basa dan mengurangi efisiensi katalis sehingga meningkatkan viskositas, terbentuk gel dan menyulitkan pemisahan gliserol dengan metil ester.

Menurut Ritonga (2004) dalam Heriwibowo (2009) mutu biodiesel dipengaruhi oleh mutu bahan baku selama pengolahan dan penyimpanan. Kandungan ALB dan kadar air yang tinggi dalam bahan baku (minyak limbah PMKS) dapat menurunkan mutu biodiesel. ALB yang tinggi menyebabkan terjadinya blocking reaksi pembentukan metil ester, yaitu methanol yang seharusnya bereaksi dengan trigleserida terhalang oleh reaksi pembentukan sabun yang terbentuk oleh katalis basa kuat dengan asam lemak bebas (Sudaryono dan Budiyanto, 2011). Sedangkan kadar air yang tinggi baik dalam bahan baku maupun dalam alkohol pereaksi dapat menyebabkan kerja katalis kurang baik,

sehingga mutu biodiesel yang dihasilkan kurang bermutu. Hal ini disebabkan terjadinya reaksi antara katalis dengan air, bukan dengan minyak (Heriwibowo, 2009).

4. KESIMPULAN

Karakteristik rata-rata biodiesel yang dihasilkan melalui modifikasi konsentrasi katalis asam dan waktu pada suhu 60 c melalui gelombang ultrasonik yang sudah memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu: massa jenis, viskositas, titik kabut, kadar zat menguap, bilangan penyabunan, bilangan iodium, angka setana. Untuk parameter lain seperti titik gel dan bilangan asam masih belum memenuhi SNI biodiesel yang telah ditetapkan.

Katalis dan waktu yang baik pada penelitian ini yaitu pada perlakuan C H₂SO₄ 0,5% dengan waktu 25 menit dan suhu 60⁰C

5. REFERENSI

- Aldiona, A Fandra. 2011. *Kajian Penggunaan Teknologi Ultrasonik Dalam Proses Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Limbah Cair PMKS*.Bengkulu: Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu (skripsi tidak dipublikasikan)
- Anonim. 2010. *Proses Produksi Biodiesel*.
<http://xteknologi.blogspot.com>[di akses Juli 2013]
- Bajpai, D. dan Tyagi, V.K. 2006.Biodiesel: Source,

- Production, Composition, Properties and its Benefits. *Jour. of Oleo Sci.* 10: 487-502.
- Budiyanto dan Sudaryono, A. 2010. *Pembuatan Bahan Bakar Hidrokarbon Cair Melalui Reaksi Cracking Minyak Pada Limbah Cair Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit*. Bengkulu: UNIB
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. *Pemakaian Energi Indonesia*. 2011. Jakarta
- Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi. 1998. *Statistik Perminyakan Indonesia 1999*. Jakarta
- Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi. 2002. *Statistik Perminyakan Indonesia 2002*. Jakarta
- Fukuda, H. 2001. *Biodiesel Fuel Production By Transesterification Of Oils*, J. Biosci. Bioeng, 405-416
- Heriwibowo, N. 2009. *Kajian Pengolahan Minyak Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) Menjadi Biodiesel Melalui Reaksi Transesterifikasi Dua Tahap Dengan Metanol Menggunakan Katalis BF_3 dan $NaOH$* . Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu (Tidak dipublikasikan).
- Presiden Republik Indonesia, 2006, *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional*, Jakarta
- Prihandana. 2007. *Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Prihandana, R., Nuramin, M., Dan Hendroko, R. 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi Dan Kelangkaan BBM*. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Puspanosa.. 2007. *Konversi Dan Karakterisasi Metil Ester Dari Limbah Cair Industri Pengolahan CPO (Crude Palm Oil) Serta Implementasinya pada Mata Pelajaran Kimia SMA X Pokok Bahasan Minyak Bumi*. Bengkulu: Skripsi Mahasiswa Kimia UNIB
- Schafer AA. 1998. *Vegetable Oil Fatty Acid Methyl Ester as Alternatif Diesel Fuel for Commercial Vehicle Engines*. Proceeding of the Symposium held in Postdam, Germany, Februari 16-18, 1997. Berlin: Springer Verlag, 29 – 46.
- Setiadi dan M. Fitria. 2006. *Proses Katalik Sintesis Hidrokarbon Fraksi Bensin dari Minyak Sawit Menggunakan Katalis B_2O_3 /Zeolit*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Sugiono, A. 2006. *Peluang Pemanfaatan Biodiesel dari Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Solar di Indonesia*. <http://www.geocities.com/market-bppt/publish/biobbbm/bisugi.pdf>. 04 mei 2007
- Sumami, H. 2008. *Kajian Pemanfaatan Crude Palm Oil (CPO) dan Minyak Limbah Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) Dalam Pembuatan Metil Ester*. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu (Tidak dipublikasikan)
- Verina. 2005. *Reaktivitasi Adsorben Zeolit Alam Bekas Pakai dan*

*Penentuan Daya Serap Terhadap
Betakaroten Dalam Minyak Sawit
Mentah (CPO). Skripsi FKIP*

Kimia Universitas Bengkulu
(tidak dipublikasikan)