

COW's FAT PROCESSING TO BIODIESEL BY NaOH AS CATALYST IN METHANOL

Pengolahan Lemak Sapi Menjadi Biodiesel Dengan Katalis Naoh Dalam Metanol

Eirene Grace Fransina¹, I Wayan Sutapa², Susan Hehanussa³

^{1,2,3}Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Pattimura University, Kampus Poka, Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon 97134

Corresponding author e-mail: wayansutapa@fmipa.unpatti.ac.id

Received: Juni 2013 Published: July 2013

ABSTRACT

The research about biodiesel produced from cow's fat using sodium hydroxide (NaOH) as catalyst has been done. Biodiesel produced from cow's fat was done through transesterification process using methanol 1:12 which priority react with 0.3% NaOH as catalyst due to oil and methanol weight. The transesterification process was conducted for 5 hours at 65°C. Biodiesel from cow's fat is characterized by GC-MS and ASTM (American Society for Testing and Materials) method. Methyl ester which produced from cow's fat are 31.67% of stearic acid, 25.67% of palmitate acid, and 22.68% of oleate acid. Biodiesel from cow's fat are qualified as diesel fuel and biodiesel characterized by ASTM for specific density (0.8705 kg/m³), kinematic viscosity (4,481 mm²/s), flash point (176,5 °C), pour point (21 °C), and Conradson's carbon residu (0.0139% wt).

Keywords : Biodiesel, Cow's Fat, Methanol, NaOH, Transesterification.

PENDAHULUAN

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang merupakan bahan bakar mesin diesel yang dapat dibuat dari minyak yang dapat diperbaharui seperti minyak nabati dan hewani yang ramah lingkungan, memiliki keunggulan tidak beracun, secara esensial bebas sulfur dan benzen yang karsinogenik, hasil pembakarannya adalah CO₂ yang dapat dikonsumsi oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis (siklus karbon), dapat teroksigenasi relatif sempurna atau terbakar habis, non-toksik, dan teruai secara alami (*biodegradable*). Secara nyata biodiesel dapat mengurangi pencemaran lingkungan, mengurangi hidrokarbon yang tidak terbakar, polisiklikaromatik hidrokarbon, hujan asam, dan tidak iritasi pada kulit jika dibanding dengan sabun (Elisabeth dan Haryati, 2001).

Biodiesel juga dapat dipergunakan untuk keperluan lain seperti pelindung kayu termasuk interior rumah yang terbuat dari kayu, sebagai pelumas dan pelindung korosi pada peralatan rumah tangga dan pertanian yang terbuat dari logam. Biodiesel dapat pula dicampur dengan bensin sebagai bahan bakar untuk mesin dua tak

(dua langkah) dan pelumasan. Biodiesel tidak dapat menggantikan minyak tanah untuk keperluan kompor dan lampu minyak karena sifat tidak bisa merambat ke atas. Biodiesel juga dapat dipergunakan untuk membersihkan noda crayon pada baju dengan lebih baik dibanding deterjen (Nasiri, 2010).

Biodiesel mentah dibuat dari trigliserida-trigliserida dan asam-asam lemak dengan reaksi kimia yang disebut transesterifikasi. Proses pembuatan biodiesel cukup sederhana dan tidak memerlukan peralatan yang rumit. Dalam proses ini minyak direaksikan dengan alkohol dengan bantuan katalisator, baik katalisator asam maupun basa (Nasiri, 2010).

Penggunaan katalis dalam proses pembuatan ini sangat diperlukan, karena diharapkan dapat meningkatkan produksi biodiesel baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Penggunaan katalis asam diharapkan dapat membantu dalam reaksi esterifikasi dan katalis basa membantu dalam reaksi transesterifikasi, tetapi penggunaannya perlu diperhatikan, karena jika penggunaan katalis terlalu banyak dinilai kurang ekonomis. Bertambahnya katalis yang digunakan belum tentu juga dapat meningkatkan

produksi biodisel, untuk itu perlu mengoptimalkan penggunaan katalis dalam proses pembuatan biodisel. Hasil biodisel yang diproduksi harus memenuhi uji ASTM (*American Society for Testing and Materials*). Dari aspek ekonomi, proses transesterifikasi tanpa katalis tampaknya sangat sulit karena ester yang dibakar dalam mesin diesel memerlukan input energi yang tinggi, waktu reaksi yang lama, dan harga pasar yang rendah. Oleh karena itu, agar hasil esternya memuaskan, produksi biodisel secara umum perlu menggunakan katalis (Andi, 2006).

Katalis adalah suatu bahan yang digunakan untuk memulai reaksi dengan bahan lain. Katalis yang mungkin untuk reaksi biodiesel adalah natrium hidroksida (NaOH) dan kalium hidroksida (KOH). Natrium hidroksida disebut dengan soda api. Kalium hidroksida dapat digunakan jika natrium hidroksida tidak tersedia (Andi, 2006).

Semua jenis minyak dapat digunakan, baik itu minyak nabati maupun minyak hewani. Minyak tumbuhan dan hewan semuanya merupakan lipid. Minyak dibedakan dari lemak berdasarkan sifat fisiknya pada suhu ruang: minyak berwujud cair sedangkan lemak berwujud padat. Minyak nabati (tumbuhan) dan hewani merupakan golongan gliserida atau asam lemak, yang mana pada golongan ini biasanya berwujud padat atau cair pada suhu ruang tetapi tidak mudah menguap (Winarno, 1984).

Lemak dan minyak terdiri dari trigliserida campuran, yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Trigliserida dapat berwujud padat atau cair, dan hal ini tergantung dari komposisi asam lemak yang menyusunnya. Lemak hewani pada umumnya berbentuk padat pada suhu kamar, karena banyak mengandung asam lemak jenuh, misalnya asam palmitat dan stearat yang mempunyai titik cair lebih tinggi (Winarno, 1984).

Lard merupakan istilah yang ditujukan kepada lemak yang diperoleh dari jaringan lemak ternak sapi, babi, atau kambing. Pada umumnya lemak banyak terdapat pada rongga perut dan lemak tersebut biasanya akan menghasilkan lemak gajih yang bermutu tinggi. Karena sifatnya yang tidak seragam serta sifat-sifat lainnya seperti tekstur, cita rasa dan baunya, lemak gajih kini semakin terbatas penggunaannya. Lemak gajih mudah sekali menjadi tengik sehingga dalam pembuatannya perlu

ditambahkan antioksidan. Kebaikan lemak gajih adalah plastisitasnya yang baik serta daya *shortening-nya* yang tinggi (Winarno, 1984)

Kondisi tersebut yang menjadi alasan penelitian ini dirancang dan disusun untuk memberikan kontribusi yang cukup terhadap bahan baku biodisel, dengan mengarahkan suplai bahan baku biodisel pada pemanfaatan lemak hewan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan daya guna lemak hewani sehingga dapat dijadikan sumber energi sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

METODOLOGI

a. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Akuades , lemak sapi, metanol p.a., NaOH (Merck), H₂SO₄ p.a (Merck), Na₂S₂O₄ anhidrat (Merck), kertas saring biasa, dan kertas saring Whatman 40.

b. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Seperangkat alat gelas, seperangkat alat refluks, pompa vakum, vakum evaporator *Buchii*, neraca analitik, spektrofotometer GC-MS, dan alat uji ASTM.

c. Prosedur Kerja

Preparasi lemak sapi

Lemak sapi dipanaskan pada suhu 120⁰C untuk menguapkan air. Setelah dipanaskan lemak cair disentrifuge untuk memisahkan pengotor padatan yang terlarut kemudian disaring dengan kertas saring untuk memisahkan pengotor padatan yang berukuran besar.

Sintesis biodiesel melalui reaksi transesterifikasi

Lemak sapi yang dipanaskan dan bersih dimasukan ke dalam alat refluks, kemudian direaksikan dengan metanol (perbandingan metanol 1:12) dan ditambahkan dengan katalis NaOH 1 M sebanyak 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; dan 0,5%. NaOH dilarutkan dalam metanol. Campuran tersebut direfluks pada temperatur 65⁰C selama 5 jam. Campuran hasil reaksi didinginkan dan terbentuk 2 lapisan, yaitu lapisan atas adalah metil ester (biodisel) dan lapisan bawah berupa gliserol. Lapisan metil ester dan gliserol dipisahkan dengan menggunakan corong pisah, kemudian metil ester dievaporasi selama satu jam untuk menghilangkan sisa metanol. Metil ester selanjutnya dicuci dengan akuades dalam corong

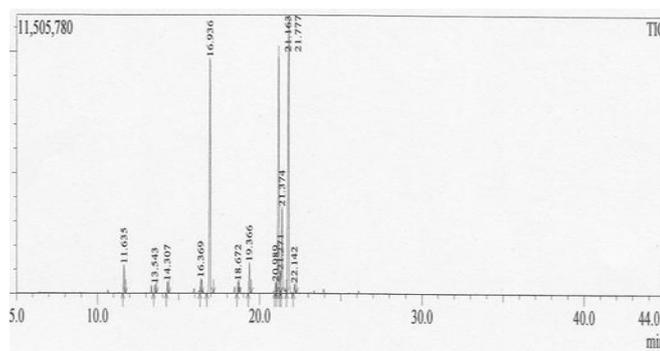
pisah untuk melarutkan sisa gliserol. Selanjutnya ditambahkan Na₂SO₄ anhydrous secukupnya untuk mengikat sisa-sisa air, lalu disaring dengan menggunakan kertas saring whatman 40.

Karakterisasi metil ester (biodiesel)

Metil ester yang dihasilkan selanjutnya dianalisis dengan GC-MS dan metode ASTM. Karakterisasi biodiesel yang dianalisis dengan metode ASTM adalah kerapatan spesifik

dievaporasi untuk menghilangkan sisa-sisa metanol.

Biodiesel yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 51,13 %. Hasil ini lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh de Fretes (2012), yang melakukan pembuatan biodiesel dari lemak sapi menggunakan katalis NaOH melalui tahap esterifikasi dan transesterifikasi. Hasil konversi biodiesel yang diperoleh de Fretes (2012) sebesar 54,28 %. Hasil ini menunjukkan bahwa dari proses



Gambar 1. Kromatogram metil ester (biodiesel) dari lemak sapi

60/60 °F (ASTM D1298), viskositas kinematik 100 °F (ASTM D 445), titik tuang (ASTM D 97), titik nyala (ASTM D 93), dan sisa carbon Codranson (ASTM D198).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Biodiesel melalui Proses Transesterifikasi

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah lemak sapi. Lemak sapi terlebih dahulu dipreparasi dengan pemanasan untuk menghilangkan kandungan air, kemudian lemak cair disentrifuge untuk memisahkan pengotor padatan yang terlarut dan selanjutnya disaring dengan kertas saring untuk memisahkan pengotor padatan yang berukuran besar.

Proses transesterifikasi dilakukan dengan menggunakan katalis basa NaOH dengan perbandingan metanol terhadap lemak yaitu 1:12. Proses transesterifikasi dilakukan dengan cara mereaksikan metanol dengan trigliserida dengan bantuan katalis basa NaOH sebanyak 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; dan 0,5% dari jumlah minyak dan metanol. Proses transesterifikasi dilakukan dengan cara direfluks pada suhu titik didih metanol yaitu 60-65 °C selama 5 jam. Metil ester hasil transesterifikasi selanjutnya

pembuatan biodiesel dari lemak sapi dengan katalis NaOH yang dilakukan melalui tahap esterifikasi kemudian transesterifikasi memberikan rendemen hasil yang lebih besar dibandingkan dengan hasil transesterifikasi langsung, karena kandungan asam lemak bebas yang terdapat pada lemak telah terputus.

Hasil konversi metil ester (biodiesel) yang dihasilkan dengan variasi berat katalis menunjukkan bahwa pada konsentrasi katalis 0,1% dan 0,2%, terjadi kenaikan konsentrasi biodiesel yang diperoleh dengan konversi sebesar 6,42% dan 8,22%. Pada konsentrasi katalis 0,3% konversi biodiesel yang dihasilkan sebesar 51,13% sedangkan pada konsentrasi katalis 0,4% dan 0,5% terjadi penurunan hasil konversi biodiesel sebesar 13,18% dan 3,47% sehingga dapat dikatakan bahwa konsentrasi optimum katalis NaOH adalah 0,3%. Hal ini disebabkan karena semakin banyak katalis yang digunakan, maka akan meningkatkan proses penyabunan pada reaksi transesterifikasi dan pembentukan gel yang dapat mengganggu dalam proses pemisahan, sehingga metil ester yang didapat akan sedikit.

Karakterisasi Biodiesel dengan GC-MS

Analisis GC-MS dilakukan terhadap

biodiesel hasil reaksi-reaksi transesterifikasi langsung dengan katalis NaOH. Melalui GC-MS dapat diketahui jenis metil ester yang terkandung dalam biodiesel dari lemak sapi. Jumlah puncak pada kromatogram menunjukkan jumlah metil ester hasil transesterifikasi yang masing-masing terpisah sempurna menghasilkan puncak-puncak dengan waktu retensi yang berbeda-beda.

Kromatogram (Gambar 1) hasil analisis GC-MS menunjukkan adanya puncak yang dapat terdeteksi sebagai metil ester asam lemak. Puncak yang dapat terdeteksi yaitu puncak ke lima dengan waktu retensi 16,936 menit yang merupakan metil palmitat, puncak ketujuh dengan waktu retensi 21,163 menit yang merupakan metil oleat, dan puncak kesepuluh dengan waktu retensi 21,777 menit yang merupakan metil stearat. Tiga puncak dengan persen area terbesar dihasilkan oleh metil stearat (31,67%) dengan rumus molekul $C_{19}H_{38}O_2$, metil palmitat (25,67%) dengan rumus molekul $C_{17}H_{34}O_2$, dan metil oleat (22,68%) dengan rumus molekul $C_{19}H_{36}O_2$. Selain itu dalam ketentuan biodiesel terdapat syarat adanya bilangan setana di mana memiliki atom C sebanyak 16. Jadi ketiga metil ester ini yakni metil stearat, metil palmitat, dan metil oleat memenuhi ketentuan untuk dikatakan sebagai biodiesel karena memiliki atom C lebih dari 16.

Metil palmitat mempunyai rantai karbon yang paling pendek sehingga puncaknya muncul lebih awal dari metil oleat dan metil stearat. Sedangkan puncak metil oleat lebih dulu muncul dari metil stearat karena berat molekul metil stearat lebih besar dari berat molekul metil oleat.

Analisis sifat fisik biodiesel dengan metode ASTM

Analisis sifat fisik biodiesel dari lemak sapi yang diperoleh melalui metode pemeriksaan ASTM (*The American Society for Testing and Materials*) akan dibandingkan dengan standar minyak diesel dari SNI biodiesel seperti yang terlihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa kerapatan spesifik biodiesel dari lemak sapi yaitu sebesar $0,8705 \text{ kg/m}^3$ telah memenuhi spesifikasi SNI biodiesel. Nilai viskositas kinematik yang dihasilkan oleh biodiesel yaitu sebesar $4,841 \text{ mm}^2/\text{s}$ juga telah memenuhi spesifikasi SNI biodiesel. Secara umum dapat dikatakan bahwa nilai viskositas kinematik sangat tergantung pada tingkat

persentase konversi biodiesel.

Tabel 1. Perbandingan sifat-sifat fisik biodiesel dari lemak sapi dengan minyak diesel

Jenis Pemeriksaan	Metode Pemeriksaan	Hasil Uji Biodiesel Lemak Sapi	SNI Biodiesel *)	atasan Solar **)
Kerapatan Spesifik 60/60 °F, kg/m^3	STM D 1298	0,8705	0,850-0,890	0,815-0,870
Viskositas Kinematis 40 °C, mm^2/s	STM D 445	4,841	2,3 – 6,0	2,0 – 5,0
Titik Nyala – PM. cc, °C	STM D 93	176,5	min. 100	min. 60
Titik tuang °C	STM D 97	21	maks.18	Maks. 18
Sisa Karbon Conradson, % wt	STM D 4530	0,0139	maks.0,30	maks. 0,30

*) = SNI-04-7182-2006 diterbitkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) tanggal 22 Februari 2006

**) = Spesifikasi solar sesuai SK Dirjen Migas No. 3675K/24/DJM/2006

Viskositas metil ester sangat berkaitan dengan kerapatan spesifik, di mana semakin tinggi viskositas maka kerapatan spesifik akan semakin besar. Bahan bakar dengan kerapatan spesifik tinggi akan sulit mengalir sehingga memperlambat proses pembakaran. Viskositas kinematik biodiesel dari lemak sapi cukup rendah sehingga jika digunakan sebagai bahan bakar pada mesin diesel, hasil injeksi dalam ruang pembakaran mudah membentuk kabut dan memudahkan pembakaran.

Titik nyala yang tinggi akan memudahkan dalam proses penanganan, penyimpanan, dan pengangkutan karena dapat mengurangi resiko penyalaaan. Juga aman pada daerah yang beriklim tropis yang panas. Apabila titik nyala bahan bakar rendah maka bahan bakar tersebut mudah terbakar dalam penyimpanannya. Hasil uji titik nyala biodiesel dari lemak sapi yaitu sebesar $176,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ini telah memenuhi spesifikasi SNI biodiesel dan nilainya sangat tinggi jika dibandingkan dengan batasan minyak solar. Nilai titik nyala ini membuat biodiesel dari lemak sapi aman disimpan walaupun terjadi kenaikan suhu di atas suhu kamar.

Titik tuang dari biodiesel lemak sapi adalah $21 \text{ }^\circ\text{C}$ dan nilai titik tuang biodiesel lemak sapi ini telah melebihi standar ASTM (ASTM D 97) yaitu maksimal $18 \text{ }^\circ\text{C}$. Titik tuang yang tinggi akan membuat mesin sulit dinyalakan pada suhu

yang rendah. Semakin rendah titik tuang tentunya lebih baik karena mengurangi kecenderungan bahan bakar untuk membeku pada temperatur yang dingin (Tilani dan Rachman, 2002). Nilai titik tuang biodiesel dari lemak sapi ini membuat penggunaan biodiesel pada mesin diesel akan sulit menyala pada suhu rendah.

Sisa karbon Conradson adalah nilai karbon yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran habis. Sisa karbon Conradson biodiesel dari lemak sapi yaitu sebesar 0,0139 %wt telah memenuhi spesifikasi SNI biodiesel. Tingkatan residu karbon tergantung pada jumlah asam lemak bebas, jumlah trigliserida (Prihandana dkk, 2006). Nilai sisa karbon yang semakin rendah menunjukkan bahwa penguraian trigliserida yang terjadi semakin mendekati sempurna.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi optimum NaOH sebagai katalis untuk pengolahan lemak sapi menjadi biodiesel adalah 0,3% yang menghasilkan metil ester sebesar 51,13 %.
2. Biodiesel yang dihasilkan dari lemak sapi memiliki kualifikasi sebagai bahan bakar diesel dan memenuhi karakteristik minyak diesel menurut standar ASTM untuk kerapatan spesifik $0,8705 \text{ kg/m}^3$, viskositas kinematik $4,481 \text{ mm}^2/\text{s}$, titik nyala $176,5 \text{ }^\circ\text{C}$, titik tuang $21 \text{ }^\circ\text{C}$, dan sisa karbon conradson 0,0139 %wt.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, N.A.S., 2006, *Biodiesel Jarak Pagar: Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan*, Agro Media Pustaka, Jakarta.
- de Fretes, M.F., 2012, Pembuatan Biodisel dari Lemak Sapi yang Menggunakan Katalis NaOH, *Skripsi*, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pattimura, Ambon.
- Elisabeth, J dan Haryati, T., 2001. *Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan*. Badan Peneliti pada Pusat Penelitian.
- Nasiri, J., 2010. *Biodiesel : Upaya Mengurangi Ketergantungan Minyak Bumi*, <http://www.sentrapolimer.com>
- Prihandana, R., Hendroko, R., dan Nuramin, M. 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. PT.Agro Media Pustaka : Jakarta Selatan.
- Winarno, F.G., 1984, *Kimia Pangan dan Gizi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.