

PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK NYAMPLUNG DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS BASA $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$

Nissa Aqhilla¹, Edy Saputra², Ahmad Fadli²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas km 12,5 Pekanbaru 28293
nissa.aqhilla@yahoo.com

ABSTRACT

Biodiesel is an alternative energy to replace fossil fuels. It can be made by transesterification process of vegetable oils. During the process of making biodiesel usually was used NaOH or KOH as homogeneous catalyst which has the disadvantage the formation of side products such as soaps and complexity of the separation of catalyst. Therefore, in this study $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$ catalyst is used. The independent variables of this research are mol ratio of CIO and methanol 1:6, 1:8, 1:10 and loading catalyst $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$ 1%, 2%, 3%. Density (40°C) of biodiesel is 876,18 kg/m³, kinematic viscosity (40°C) is 4,63 cSt, flash point is 107°C, and acid value is 0,49 mg-KOH/g-biodiesel.

Keywords: Biodiesel, Catalyst, CIO, Transesterification

1. Pendahuluan

Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia saat ini semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi sementara cadangan energi minyak bumi setiap harinya semakin berkurang dan tidak dapat diperbaharui. Untuk mengantisipasi hal tersebut perlu adanya energi alternatif yang bersifat dapat diperbaharui. Pemerintah telah menerbitkan INPRES No. 1 tahun 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati sebagai sumber bahan bakar. Kebijakan tersebut telah menetapkan sumber daya yang dapat diperbaharui (*renewable*) seperti biodiesel sebagai target pengembangan energi (Qiqmana dan Sutjahjo, 2014). Sehingga bahan bakar berbasis minyak nabati diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui.

Salah satu minyak nabati yang banyak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak kelapa sawit, namun minyak kelapa sawit sebagai minyak tanaman pangan akan berkompetisi dengan kebutuhan pangan

manusia. Sumber minyak nabati yang tidak bersaing dengan kebutuhan pangan manusia diantaranya biji karet, biji jarak pagar, dan biji nyamplung. Namun produktifitas biji karet 2 ton/ha/tahun dan jarak pagar 5 ton/ha (Bustomi dkk, 2008).

Dari ketersediaan bahan baku, biji nyamplung memiliki produktivitas yang tinggi yaitu 20 ton/ha. Kandungan minyak dari biji nyamplung tergolong tinggi yaitu sebesar 40-73 %, sedangkan jarak pagar 40-60 % dan biji karet 40-50 % (Soerawidjaja, 2006). Luas tanaman nyamplung saat ini mencapai 255.350 ha yang tersebar di Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi, Maluku dan NTT. Maka, minyak biji nyamplung merupakan sumberdaya energi terbarukan tanpa harus bersaing dengan kebutuhan pangan dan cukup potensial sebagai bahan dasar biodiesel (Bustomi dkk, 2008).

Biodiesel merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang dapat diperbaharui. Biodiesel merupakan suatu nama dari alkil ester atau rantai panjang asam lemak yang berasal dari minyak

nabati maupun lemak hewan. Komponen utama dari minyak nabati maupun lemak hewan adalah Trigliserida (Qiqmana dan Sutjahjo, 2014). Biodiesel memiliki beberapa keunggulan dibandingkan bahan bakar solar, yaitu dapat diperbaharui, memiliki nilai cetane yang tinggi, volatilitas yang rendah, bebas sulfur, ramah lingkungan, tidak mengandung racun dan *biodegradable* (Machmud, 2009).

Proses pembuatan biodiesel selama ini menggunakan katalis basa homogen (NaOH atau KOH) yang memiliki beberapa kelemahan yaitu pemisahan katalis dari produknya cukup rumit. Selain itu, katalis homogen dapat bereaksi dengan asam lemak bebas (ALB) membentuk sabun sehingga akan mempersulit pemurnian, menurunkan yield biodiesel serta memperbanyak konsumsi katalis dalam reaksi metanolisis (Padil dkk, 2010). Untuk mengatasi masalah tersebut, maka perlu dilakukan penelitian pembuatan biodiesel dengan menggunakan katalis heterogen (padat). Berdasarkan hasil penelitian Subagjo (2012), katalis heterogen mempunyai beberapa keuntungan yaitu aktivitas katalis yang tinggi, biaya relatif murah, tidak korosif, ramah lingkungan, dan dapat dipisahkan dari larutan produksi sehingga bisa digunakan kembali.

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu minyak nyamplung yang berasal dari Koperasi Jarak Lestari Cilacap Jawa Tengah. *Fly ash* sawit, serbuk besi, dan NaOH digunakan untuk pembuatan katalis. Bahan kimia lainnya adalah akuades, asam phospat, metanol, etanol, H₂SO₄, KOH, dan indikator PP.

Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan 100 mesh, satu set motor pengaduk, oven, furnace, timbangan analitik, reaktor labu leher tiga, kondensor, hot plate, termometer, dan peralatan gelas seperti gelas kimia, gelas ukur, corong pisah, dan lain-lain.

Pembuatan Katalis Na₂SiO₃/Fe₃O₄

Fly ash Langkah pertama *fly ash* akan di *furnace* untuk menghilangkan karbon dan mineral lainnya dengan temperatur 700°C selama 3 jam.

Kemudian SiO₂ yang terdapat pada *fly ash* diekstraksi menggunakan NaOH yang akan menghasilkan Na₂SiO₃. Tahap berikutnya, dilakukan penambahan serbuk besi ke dalam ekstrak *fly ash* yang telah diperoleh dari tahap sebelumnya. Kemudian proses presipitasi berlangsung pada kecepatan pengadukan 300 rpm dengan dialiri gas CO₂ ke dalam campuran ekstrak yang bertujuan untuk membentuk endapan katalis. Setelah terbentuk endapan katalis selama 2 jam, kemudian dipisahkan antara padatan dan filtrat. Padatan katalis dioven pada temperatur 105°C. Selanjutnya bongkahan katalis digerus dan diayak sehingga membentuk butiran 30-60 mesh. Kemudian dikalsinasi menggunakan *furnace* pada suhu 300°C.

Proses Pembuatan Biodiesel

Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada proses pembuatan biodiesel yaitu proses degumming minyak nyamplung, esterifikasi, transesterifikasi, pemisahan dan pemurnian serta karakterisasi biodiesel yang dihasilkan.

Proses Degumming

Proses degumming merupakan suatu proses untuk menghilangkan pengotor yang ada didalam minyak. Minyak ditimbang kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 80°C sambil diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer. Setelah itu asam phospat ditambahkan sebanyak 0,3% dari berat minyak. Suhu minyak dipertahankan selama 15 menit sambil diaduk. Selanjutnya, minyak tersebut dimasukkan kedalam corong pisah untuk dipisahkan antara minyak dan pengotor yang mengendap (Sahirman, 2009). Minyak yang telah dilakukan proses degumming dianalisa karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, dan kadar ALB.

Proses Esterifikasi

Minyak nyamplung memiliki kadar asam lemak bebas yang tinggi sehingga perlu dilakukan tahap esterifikasi terlebih dahulu (Sahirman, 2009). Minyak ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukkan kedalam reaktor esterifikasi. Proses dilakukan dan ditempatkan di atas pemanas untuk menjaga suhu reaksi yaitu 60°C. Setelah suhu reaksi tercapai, metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol minyak : metanol 1:12 dan katalis H₂SO₄ 18 M sebanyak 1%-v ditambahkan kedalam reaktor. Setelah reaksi berlangsung selama 3 jam, produk esterifikasi akan dilanjutkan ke tahap transesterifikasi (Atabani dan Cesar, 2014).

Proses Transesterifikasi

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan proses transesterifikasi dengan cara mengkonversi trigliserida yang terdapat didalam minyak nyamplung. Hasil dari reaksi esterifikasi dimasukkan ke dalam reaktor transesterifikasi dan dipanaskan hingga mencapai temperatur reaksi yang telah ditentukan yaitu 60°C. Setelah temperatur reaksi tercapai, kemudian ditambahkan pelarut metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol metanol : minyak 6:1 dan 1% berat katalis basa Na₂SiO₃/Fe₃O₄ yang ditambahkan kedalam reaktor. Setelah reaksi berlangsung selama 120 menit, produk transesterifikasi didinginkan dan disaring dengan kertas saring whatman. Endapan berupa katalis dipisahkan dari filtratnya. Filtrat tersebut dilanjutkan ke proses pemisahan dan pemurnian biodiesel air (Setiadi dkk, 2015).

Proses Pemisahan dan Pemurnian

Hasil dari proses transesterifikasi dilakukan pemisahan dari katalis dengan menggunakan magnet. Kemudian filtrat yang telah dipisahkan dari katalis dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan bawah berupa gliserol dipisahkan

dari lapisan atas berupa crude biodiesel. Crude biodiesel kemudian dicuci dengan menggunakan akuades yang telah dipanaskan pada suhu 60°C. Kemudian biodiesel dioven pada temperatur 105°C untuk menguapkan metanol sisa reaksi dan air. Selanjutnya biodiesel ditimbang untuk menentukan yield biodiesel yang dihasilkan dan dianalisa untuk mengetahui karakteristiknya dengan menggunakan rumus berikut ini (Ho dkk, 2014):

$$Yield (\%) = \frac{\text{Massa biodiesel}}{\text{Massa minyak}} \times 100 \dots(1)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Minyak nyamplung yang digunakan dilakukan proses *degumming* terlebih dahulu yang bertujuan untuk menghilangkan gum, fosfolipid, dan pengotor lainnya (Sahirman, 2009). Proses *degumming* dilakukan dengan penambahan asam phosphat (H₃PO₄) sebanyak 0,3% berat minyak pada suhu 80°C sambil diaduk selama 15 menit. Minyak nyamplung hasil proses *degumming* dianalisa karakteristiknya yang meliputi densitas, viskositas, kadar air, dan kadar asam lemak bebas. Karakteristik minyak nyamplung dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Karakterisasi Minyak Nyamplung

Karakteristik	Satuan	Sebelum <i>degumming</i>	Setelah <i>degumming</i>
Densitas	kg/m ³	948	922
Viskositas	cSt	6,7	6,25
Kadar air	%	7,01	6,88
Kadar ALB	%	23,5	21,69
Warna	-	Hijau	Coklat kemerahan

Pada Tabel 3.1 diketahui bahwa minyak nyamplung masih memiliki kadar air dan kadar asam lemak bebas yang tinggi yaitu sebesar 6,88% dan 21,69%. Adanya kandungan air dalam minyak akan menyebabkan hidrolisis, dan tingginya kadar asam lemak bebas akan menyebabkan reaksi penyabunan sehingga hasil reaksi akan menyebabkan yield biodiesel yang rendah (Omar dan Amin, 2011).

Oleh sebab itu, minyak nyamplung sebagai bahan baku pembuatan biodiesel diperlukan proses esterifikasi karena tingginya kadar asam lemak bebas dan kadar air yang dikhawatirkan akan mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan.

Proses esterifikasi bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas. Persyaratan kadar asam lemak bebas untuk reaksi transesterifikasi yang diperbolehkan adalah <2% (Sahirman, 2009). Setelah dilakukan proses esterifikasi, diperoleh kadar asam lemak bebas (ALB) minyak nyamplung yang menurun dari 21,69% menjadi 1,89% dan kadar air minyak nyamplung menurun dari 6,88% menjadi 0,43%.

Karakterisasi Biodiesel

Analisa karakterisasi sifat fisik biodiesel dibutuhkan untuk membandingkan karakteristik biodiesel yang dihasilkan dengan standar mutu biodiesel Indonesia sehingga dapat digunakan. Standar mutu yang digunakan adalah SNI 7182:2015.

Tabel 3.3 Hasil Karakterisasi Biodiesel

Parameter	SNI 7182:2015	Hasil Penelitian
Densitas (kg/m ³)	850-890	876,18
Viskositas (cSt)	2,3-6,0	4,63
Angka asam (mg-KOH/g)	Maks. 0,5	0,49
Titik Nyala (°C)	Min 100	107

Karakterisasi biodiesel yang diuji meliputi densitas (ASTM D 1298), viskositas kinematik (ASTM D445), angka keasaman (AOCS Cd 3-63) dan titik nyala (ASTM D 93). Perbandingan hasil karakterisasi biodiesel penelitian ini dengan SNI 7182:2015 dapat dilihat pada Tabel 3.3.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu menurut SNI 7182:2015.

Daftar Pustaka

- Atabani, A.E., dan Cesar, A.D.S. 2014. *Calophyllum Inophyllum L. – A Prospective Non-Edible Biodiesel Feedstock. Study Of Biodiesel Production, Properties, Fatty Acid Composition, Blending, Engine Performance. Renewable and Sustainable Energy Review*, 37, 644 - 655.
- Bustomi, S., Tati, R.T., Sudradjat, R., Leksono, B., Kosasih, S., Anggraeni, I., Syamsuwida, D., Lisnawati, Y., Mile, Y., Djaenudin, D., Mahfudz, dan Rachman, E. 2008. *Nyamplung (calophyllum inophyllum l.). Sumber energi biofuel yang potensial. Badan Litbang Kehutanan: Jakarta.*
- Ho, W.W.S., Ng, H.K., Gan. S., dan Tan S.H. 2014. *Evaluation Of Palm Oil Mill Fly Ash Supported Calcium Oxide As A Heterogeneous Base Catalyst In Biodiesel Synthesis From Crude Palm Oil. Energy Conversion and Management*, 88, 1167–1178.
- Machmud, S. 2009. *Pengaruh Perbandingan Solar Biodiesel (Minyak Jelantah) terhadap Emisi Gas Buang pada Motor Diesel. Janateknika*, 11, 1-10.
- Omar, W.N.N.W., dan Amin, N.A.S. 2011. *Optimization Of Heterogeneous Biodiesel Production From Waste Cooking Palm Oil Via Response Surface Methodology. Biomass and Bioenergy*, 35, 1329 – 1338.
- Padil, Wahyuningsih, S., dan Awaluddin, A. 2010. *Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Melalui Reaksi Metanolisis Menggunakan Katalis Caco3 Yang Dipijarkan. Jurnal Natur Indonesia*, 13, 27 - 32.
- Qiqmana, A.M., dan Sutjahjo, D.H. 2014. *Karakteristik Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung dengan Proses Degumming Menggunakan Asam Sulfat dan Asam Cuka. JTM*, 2, 132 - 139.

- Sahirman. 2009. Perancangan Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung (Calophyllum inophyllum). Disertasi Program Pasca Sarjana, IPB, Bogor.
- Setiadi, F. 2015. Kajian Minyak Biji Picung sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Biodiesel dengan Katalis Al₂O₃ dalam Mewujudkan Green Energy and Technology, Skripsi, Universitas Riau.
- Soerawidjaja, T.H. 2006. Raw Material Aspects of Biodiesel Production in Indonesia, Seminar “Business Opportunities of Biodiesel into the Fuel Market in Indonesia“. BPPT: Jakarta.
- Subagjo. 2012. Pengembangan Katalis Kalsium Oksida untuk Sintesis Biodiesel, 2, 66 - 73.