

SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK NYAMPLUNG MENGGUNAKAN KATALIS GEOPOLIMER: PENGARUH SUHU REAKSI TRANSESTERIFIKASI DAN RASIO MOL MINYAK TERHADAP METANOL

Abdullah Syafi'i¹⁾, Edy Saputra²⁾, Zuchra Helwani²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia S1, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas km 12,5 Pekanbaru 28293
abdullahsyafii20@gmail.com

ABSTRACT

Petroleum reserves in Indonesia are increasingly depleted, requiring the use of alternative energy that is environmentally friendly and renewable like biodiesel. Biodiesel can be made by transesterification process of vegetable oils. Process of making biodiesel commonly use homogeneous catalyst which has the disadvantage the formation of by products such as complexity of the separation of catalyst. Therefore, in this study biodiesel was synthesized from calophyllum inophyllum oil by using geopolymer catalyst. Geopolymer catalyst is first synthesized by reacting sodium silicate, metakaolin, NaOH, and water. Several variations of the process variables were done to assess its influence on yield of biodiesel. The variables were used consist of a dependent variables and independent variables. The dependent variables were calophyllum inophyllum oil weight of 50 grams, 3%-wt of catalyst concentration, reaction time of 120 minutes, and stirring speed of 400 rpm, while the independent variables which variation molar ratio of oil:methanol 1:6 and 1:9 and variations of temperature 55 and 65 °C. Physical characterization were done including density 871 kg/m³, kinematic viscosity 4.38 mm²/s, acid number 0.41 mg-KOH/g biodiesel and flash point 140°C respectively accordance with the standards of Indonesian biodiesel (SNI 7182:2015).

Keywords: biodiesel, catalyst, calophyllum inophyllum oil, geopolymer, yield

1. Pendahuluan

Minyak bumi merupakan bahan baku sumber daya energi dan bahan bakar utama di dunia. Kebutuhan masyarakat Indonesia terhadap energi dan bahan bakar terus meningkat setiap tahunnya. Tingginya tingkat konsumsi energi dan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi akan menyebabkan menipisnya cadangan minyak bumi yang tersedia. Selain itu, penggunaan bahan bakar dari minyak bumi disinyalir sebagai penyebab utama terjadinya pemanasan global. Oleh karena itu diperlukan pemanfaatan energi alternatif yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui seperti biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pengganti solar yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi trigliserida yang berasal dari minyak nabati atau

lemak hewan. Selain karena berasal dari sumber yang terbarukan, biodiesel menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih kecil daripada bahan bakar solar, sehingga dapat mengurangi kerusakan lingkungan yang disebabkan polusi udara dan hujan asam [Ma dan Hanna, 1999].

Nyamplung merupakan satu dari banyak tumbuhan di Indonesia yang memiliki potensi besar untuk dikonversi menjadi biodiesel karena memiliki kandungan minyak yang tinggi didalam bijinya. Produktivitas biji nyamplung sangat tinggi, bisa mencapai 20 ton/ha, lebih tinggi dari biji jarak pagar (5 ton/ha) dan biji karet (2 ton/ha) [Fadhlullah dkk, 2015]. Kandungan minyak dalam biji nyamplung berkisar antara 40-75%, lebih tinggi dari kandungan minyak biji jarak pagar (40-60%) dan minyak biji karet (40-

50%) [Balitbang Kehutanan, 2008]. Minyak nyamplung termasuk kedalam golongan minyak yang tidak bisa dimakan, sehingga penggunaan minyak nyamplung sebagai bahan baku pembuatan biodiesel tidak akan bersaing dengan kebutuhan pangan [Dawodu dkk, 2014].

Disamping bahan baku, perkembangan industri biodiesel perlu diimbangi dengan perkembangan teknologi proses terutama dalam hal katalis. Harga katalis yang tinggi dapat menyebabkan biodiesel saat ini lebih mahal daripada bahan bakar yang diturunkan dari minyak bumi [Haas, 2005]. Katalis yang umum digunakan pada pembuatan biodiesel adalah katalis basa kuat seperti KOH dan NaOH. Katalis ini merupakan katalis homogen yang sulit dipisahkan dari produk hasil reaksi karena memiliki fasa yang sama dengan reaktannya.

Geopolimer merupakan polimer anorganik yang memiliki struktur amorf dengan jaringan tiga dimensi AlO_4 dan SiO_4 tetrahedra. Material ini umumnya digunakan sebagai bahan perekat pada konstruksi bangunan [Sazama dkk, 2011]. Salah satu bahan baku pembuatan geopolimer adalah larutan alkali seperti sodium hidroksida atau potasium hidroksida yang memiliki sifat basa yang kuat. Secara kimia, struktur geopolimer mirip dengan *zeolite low-silica* dengan rasio Si/Al antara 1 dan 3. Analisis mikrostruktural menunjukkan geopolimer memiliki luas permukaan ($100 \text{ m}^2/\text{g}$) dan ukuran pori ($0.5 \text{ cm}^3/\text{g}$) yang besar [Sharma dkk, 2015]. Luas permukaan dan ukuran pori yang besar, serta sifat basa yang kuat pada geopolimer membuat material ini sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi.

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu minyak nyamplung yang berasal dari Koperasi Jarak Lestari Cilacap Jawa Tengah. Kaolin, sekam padi, dan NaOH digunakan

untuk pembuatan katalis. Bahan kimia lainnya adalah akuades, asam fosfat, methanol, etanol, H_2SO_4 , KOH, dan indikator PP.

Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah 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 Geopolimer

Kaolin dikalsinasi pada suhu 700°C selama 3 jam dan didapatkan produk berupa metakaolin. Metakaolin, sodium silikat, NaOH, dan akuades dimasukkan ke dalam gelas kimia dengan perbandingan berat Metakaolin : Sodium Silikat : NaOH : Air dan diaduk hingga tercampur sempurna. Campuran tersebut lalu di panaskan didalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam. Geopolimer yang terbentuk didiamkan selama 7 hari lalu digerus hingga menjadi serbuk [Sazama dkk, 2011]. Serbuk Geopolimer yang dihasilkan diuji dan dikarakterisasi.

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

Minyak nyamplung disaring dengan alat penyaring vakum pada kondisi hangat. Minyak ditimbang kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 60°C sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu asam fosfat ditambahkan sebanyak 0,5% dari berat minyak. Suhu minyak dipertahankan selama 30 menit [Ong dkk, 2014]. Selanjutnya, minyak dimasukkan kedalam corong pisah untuk dipisahkan antara minyak dan pengotor yang mengendap. Minyak yang telah dilakukan proses

degumming dianalisa karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar ALB dan perubahan warna yang terjadi.

Proses Esterifikasi

Minyak nyamplung memiliki kadar asam lemak bebas > 2% sehingga perlu dilakukan tahap esterifikasi terlebih dahulu [Sahirman, 2009]. Minyak ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukkan ke dalam reaktor esterifikasi. Proses dijalankan 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 sebanyak 1%-v ditambahkan ke dalam reaktor. Setelah reaksi berlangsung selama 3 jam. Kondisi operasi proses esterifikasi ini merujuk pada metoda yang dilakukan Atabani dan Cesar [2014].

Proses Transesterifikasi

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan proses transesterifikasi. Produk minyak teresterifikasi ditimbang sebanyak 50 gram lalu dimasukkan ke dalam reaktor transesterifikasi dan dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi yaitu 55°C. Setelah suhu reaksi tercapai, katalis geopolimer 3 %-b dan metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol minyak : metanol 1 : 6 ditambahkan ke dalam 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. Prosedur yang sama diulangi untuk variasi rasio mol minyak terhadap metanol dan variasi suhu reaksi yang sudah ditentukan.

Proses Pemisahan dan Pemurnian

Filtrat yang telah dipisahkan dari katalis dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 6 jam hingga

terbentuk dua lapisan. Lapisan bawah berupa gliserol dipisahkan dari lapisan atas berupa *crude* biodiesel. *Crude* biodiesel kemudian dimurnikan dengan cara dicuci menggunakan akuades yang telah dipanaskan pada suhu 60°C. Kemudian biodiesel dipanaskan dengan suhu 110°C selama 10 menit untuk menguapkan metanol sisa reaksi dan air [Venkanna dan Reddy, 2009].

3. Hasil dan Pembahasan

Proses *Degumming*

Tujuan dari proses *degumming* yaitu mengurangi pengotor-pengotor yang terdapat didalam minyak seperti fosfolipid, serat yang ikut terbawa saat proses ekstraksi minyak dan pengotor lainnya. Proses *degumming* dilakukan dengan penambahan asam fosfat (H₃PO₄) sebanyak 0,5% berat minyak pada suhu 60°C sambil diaduk selama 30 menit. Pemilihan asam fosfat pada proses *degumming* agar terjadi proses koagulasi dan flokulasi sehingga memungkinkan partikel pengotor dapat mengendap karena adanya tumbukkan antar flok yang terjadi dengan bantuan pengadukan. Minyak nyamplung hasil proses *degumming* ditentukan karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar asam lemak bebas dan perubahan warna. Karakteristik minyak nyamplung sebelum dan setelah proses *degumming* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Karakterisasi Minyak Nyamplung

Karakteristik	Satuan	Sebelum <i>degumming</i>	Setelah <i>degumming</i>
Densitas	kg/m ³	948	930
Viskositas	mm ² /s	6,7	6,22
Kadar air	%	7,01	6,87
Kadar ALB	%	23,5	21,69
Warna	-	Hijau gelap	Kecoklatan

Proses Esterifikasi

Dari Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa kadar air yang terdapat pada minyak nyamplung setelah proses degumming yaitu 6,87 %, sedangkan kadar ALB-nya yaitu 21,69 %. Kadar air berbanding lurus dengan kadar ALB dimana semakin tinggi kadar air, maka kadar ALB pada minyak juga akan meningkat. Menurut Azmi [2009], reaksi esterifikasi merupakan salah satu proses perlakuan awal dalam pembuatan biodiesel yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dan kadar ALB yang tinggi pada minyak. Setelah dilakukan tahap reaksi esterifikasi, kadar ALB minyak nyamplung menurun dari 21,69% menjadi 1,72% dan kadar air menurun dari 6,87% menjadi 0,43%.

Yield Biodiesel

Yield biodiesel dihitung dengan persamaan berikut [Ho dkk, 2014]:

$$\text{yield (\%)} = \frac{\text{Total berat biodiesel}}{\text{Total berat sampel minyak}} \times 100\%$$

Karakterisasi Biodiesel

Analisa karakteristik biodiesel dilakukan untuk mengetahui apakah biodiesel yang didapat pada penelitian ini sesuai dengan standar mutu biodiesel di Indonesia (SNI 7182:2015).

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.

Tabel 3.3 Hasil Karakterisasi Biodiesel

Parameter		SNI 7182:2015	Hasil Penelitian
Massa Jenis (kg/m ³)		850-890	871
Viskositas (mm ² /s)		2,3-6,0	4,38
Angka asam (mg-KOH/g)		Maks. 0,5	0,41
Titik Nyala (°C)		Min 100	140

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.
- Azmi, M.F. 2009. Transesterifikasi Heterogen Antara Minyak Sawit Mentah dengan Metanol menggunakan Katalis K₂O-CaO, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Balitbang Kehutanan. (2008). *Nyamplung (Calophyllum inophyllum L.) Sumber Energi Biofuel yang Potensial*. Jakarta: Departemen Kehutanan.
- Dawodu, F. A., Ayodele, O., Xin, J., Zhang, S., & Yan, D. (2014). Effective Conversion of Non-Edible Oil with High Free Fatty Acid into Biodiesel by Sulphonated Carbon Catalyst. *Applied Energy*, 114, 819–826.
- Fadhlullah, M., Widiyanto, S. N. B., dan Restiawaty, E. 2015. The Potential of Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum L.*) Seed Oil as Biodiesel Feedstock: Effect of Seed Moisture Content and Particle Size On Oil Yield. *Energy Procedia*, 68, 177-185.
- Haas, M. J. 2005. Improving The Economics of Biodiesel Production Through the Use of Low Value Lipids as Feedstocks: Vegetable Oil Soapstock. *Fuel Processing Technology*, 86, 1087–1096.

- Ho, W.W.S., H.K. Ng, S. Gan dan S.H. Tan. 2014. Evaluation of Palm Oil Mill Fly Ash Supported Calcium Oxide as A Heterogenous Base Catalyst in Biodiesel Synthesis from Crude Palm Oil. *Energy Conversion and Management*. 88, 1167-1178.
- Ma, F., & Hanna, M. A. (1999). Biodiesel Production: A Review. *Bioresource Technology*, 70(1), 1–15.
- Ong, H. C., Masjuki, H. H., Mahlia, T. M. I., Silitonga, A. S., Chong, W. T., & Leong, K. Y. (2014). Optimization of Biodiesel Production and Engine Performance from High Free Fatty Acid Calophyllum Inophyllum Oil in CI Diesel Engine. *Energy Conversion and Management*, 81, 30-40.
- Sahirman. (2009). *Perancangan Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung (Calophyllum inophyllum)*. Disertasi Program Pasca Sarjana. IPB, Bogor.
- Sazama, P., Bortnovsky, O., Dedecek, J., Tvaruzková, Z., dan Sobalík, Z. 2011. Geopolymer Based Catalysts—New Group of Catalytic Materials. *Catalysis Today*, 164, 92-99.
- Sharma, S., Medpelli, D., Chen, S., dan Seo, D. K. 2015. Calcium-Modified Hierarchically Porous Aluminosilicate Geopolymer as A Highly Efficient Regenerable Catalyst for Biodiesel Production. *RSC Advances*, 5, 65454–65461.
- Venkanna, B. K., & Reddy, C. V. (2009). Biodiesel Production and Optimization from Calophyllum Inophyllum Linn Oil (Honne Oil) – A Three Stage Method. *Bioresource Technology*, 100(21), 5122–5125.