

# SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK BIJI NYAMPLUNG (*Calophyllum Inophyllum*) MENGUNAKAN KATALIS GEOPOLIMER BERBASIS KAOLIN

Al Qarni Putra<sup>1</sup>, Edy Saputra<sup>2</sup>, Komalasari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas km 12,5 Pekanbaru 28293

alqarniputra@gmail.com

## ABSTRACT

*Biodiesel is one of alternative energy which replace the fossil fuel as the product of transesterification of vegetable plants. Whole this time, the process of making biodiesel using homogenous catalyst NaOH or KOH which produce soap and hard to separate biodiesel product using catalyst as its disadvantages. Therefore, by using heterogen catalyst, researcher start to develop it using catalyst geopolymer in the oil of calophylluminophyllum seed. The objective of this research is making biodiesel from the oil of calophylluminophyllum seed, knowing the influence of geopolimer ctalyst toward the number of biodiesel that has been produced, knowing the best condition of making biodiesel and also identifying the charateristics of calophylluminophyllum seed oil. This research starts from raw material preparation which include mixing, heating, and refinement. Furthermore, degumming the calophylluminophyllum seed oil to remove impurities contained in the oil. The transesterification process of oil has done in different level of speed i.e 200, 300, 400 rpm respectively and various catalyst concentration i.e 1%, 2%, 3% respectively at methanol of oil mole ratio 9: 1 and the reaction temperature of 60 °C and a reaction time of 120 minutes. From the result was obtained that the highest biodiesel of 92,14% at the stiring speed 400 rpm with 2% concentration geopolymercatalyst. Physical characterization have done such as density 878 kg/m<sup>3</sup>, kinematic viscosity3,67 mm<sup>2</sup>/s, acid number 0,46mg-KOH/g biodiesel and flash point 137°C respectively according to the standard of Indonesian biodiesel (SNI 7182:2015).*

**Keywords :** *Biodiesel, calohyllum inophyllum seed oil, geopolymer*

## 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.

Saat ini, sebagian besar biodiesel berasal dari transesterifikasi sumber daya yang dapat dimakan, seperti lemak hewan dan minyak sayur. Pemanfaatan minyak nabati seperti minyak kelapa sawit untuk pembuatan biodiesel akan mengakibatkan terjadinya persaingan dengan industri pangan dan oleokimia, mengingat minyak kelapa sawit merupakan komoditas yang berharga cukup mahal di pasar internasional.

Nyamplung merupakan salah satu tumbuhan yang memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel. 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). 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%) (Fadhullah dkk, 2015). Minyak biji nyamplung termasuk ke dalam golongan minyak yang tidak bisa dimakan, sehingga penggunaan minyak biji nyamplung sebagai bahan baku pembuatan biodiesel tidak akan bersaing dengan kebutuhan pangan.

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. Salah satu bahan baku pembuatan geopolimer adalah larutan alkali seperti sodium hidroksida atau potassium 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 biji 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 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 Geopolimer

Kaolin dikalsinasi pada suhu  $700^\circ\text{C}$  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 = 10 : 12,2 : 1,1 : 0,7 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.

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 dimasukkan kedalam corong pisah untuk dipisahkan antara minyak dan pengotor yang mengendap. Setelah itu dilakukan proses penyaringan minyak menggunakan kertas saring. Minyak hasil penyaringan dianalisa karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar ALB dan perubahan warna yang terjadi.

### **Proses Esterifikasi**

Minyak biji nyamplung memiliki kadar asam lemak bebas > 2% sehingga perlu dilakukan tahap esterifikasi terlebih dahulu. Minyak ditimbang sebanyak 50 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 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebanyak 1%-v ditambahkan ke dalam reaktor. Setelah

### **Proses Pembuatan Biodiesel**

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

### **Proses Degumming**

Minyak biji nyamplung disaring alat penyaring vakum pada kondisi hangat. reaksi berlangsung selama 3 jam, produk esterifikasi dilanjutkan ke tahap transesterifikasi (Atabani dan Cesar, 2014).

### **Proses Transesterifikasi**

Produk esterifikasi dimasukkan ke dalam reaktor transesterifikasi dan dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi yaitu 60°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 pada *hot plate* dengan suhu 105°C selama 60 menit untuk menguapkan metanol sisa reaksi dan air.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Proses *Degumming*

Proses *degumming* bertujuan untuk mengurangi pengotor-pengotor yang terdapat didalam minyak biji nyamplung seperti fosfolipid, serat yang ikut terbawa saat proses ekstraksi minyak dan pengotor lainnya. 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 biji nyamplung hasil proses *degumming* ditentukan karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar asam lemak bebas dan perubahan warna. Karakteristik minyak biji nyamplung sebelum dan setelah proses *degumming* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Karakterisasi Minyak Biji Nyamplung

Karakteristik	Satuan	Sebelum <i>degumming</i>	Setelah <i>degumming</i>
Densitas	kg/m <sup>3</sup>	948	921
Viskositas	mm <sup>2</sup> /s	6,7	6,22
Kadar air	%	7,01	6,89
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 biji nyamplung setelah proses *degumming* yaitu 6,89%, 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 biji nyamplung menurun dari 21,69% menjadi 2,81% dan kadar air menurun dari 6,89% menjadi 0,43%.

#### Yield Biodiesel

*Yield* biodiesel dihitung dengan persamaan berikut (Ho dkk, 2014):

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

#### 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 inematic (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 3.2.

**Tabel 3.2** Hasil Karakterisasi Biodiesel

Parameter	SNI	Hasil
	7182:2015	Penelitian
Massa Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	850-890	878
Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)	2,3-6,0	2,98
Angka asam (mg-KOH/g)	Maks. 0,5	0,46
Titik Nyala (°C)	Min 100	137

#### 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 K<sub>2</sub>O-CaO, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- 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.
- 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.