

# SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK BIJI NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum*) MENGGUNAKAN KATALIS GEOPOLIMER DARI ABU SEKAM PADI DAN KAOLIN

M. Wahyu Nugraha<sup>1</sup>, Edy Saputra<sup>2</sup>, Zuchra Helwani<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

*mwahyungrh@gmail.com*

## ABSTRACT

*Biodiesel is an alternative diesel fuel produced from vegetable oil triglycerides transesterification reaction. Besides being derived from renewable sources, biodiesel generate emissions better than diesel. Utilization of vegetable oils such as potential as Calophyllum inophyllum seed oil as raw material biodiesel because it is non-edible. It is necessary to develop catalyst technology in order to get the production process becomes more economical, applicable, and environmentally friendly, one of the catalysts is rice husk ash (RHA) geopolymer. The geopolymer synthesized by reacting sodium silicate, metakaolin, NaOH, and water. Characterized geopolymer produced include alkalinity, surface morphology, elemental composition, and surface area. The variation of process variables conducted to assess the effect on the yield of biodiesel. Independent variable weight of oil 50 grams, mole ratio methanol:oil 9: 1, reaction time 120 minutes, and temperature of 65 °C, with the dependent variables %w/w catalyst 0.79%-2.2% and stirring rate 117-682 rpm. The result of physical characterization density 866 kg /m<sup>3</sup>, viscosity 4.13 mm<sup>2</sup>/s, acid number of 0.42 mg-KOH/g biodiesel and flash point 140 °C meet the SNI standards (SNI 7182: 2015).*

**Keywords:** Biodiesel, Calophyllum inophyllum Oil, Catalyst, Geopolymer, Rice Husk Ash

## 1. Pendahuluan

Minyak bumi merupakan sumber energi utama di dunia, khususnya Indonesia. Namun, seiring dengan pertumbuhan penduduk di Indonesia, konsumsi bahan bakar yang berasal dari minyak bumi terus meningkat setiap tahunnya. Selain karena cadangan minyak bumi Indonesia makin menipis, bahan bakar yang berasal dari minyak bumi dapat mencemari lingkungan, Hal ini mendorong pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan sumberdaya energi terbarukan. Salah satu bentuk energi alternatif yang saat ini mulai dikembangkan adalah biodiesel.

Salah satu sumber trigliserida yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif untuk diolah menjadi biodiesel yaitu minyak tumbuhan (nabati).

Pemanfaatan minyak nabati seperti minyak kelapa sawit untuk pembuatan biodiesel akan mengakibatkan terjadinya persaingan dengan industri pangan dan oleokimia. Maka, perlu dicari alternatif bahan baku non-edible, salah satunya minyak biji nyamplung yang cukup potensial sebagai bahan dasar biodiesel tanpa harus bersaing dengan kebutuhan pangan.

Biji nyamplung memiliki beberapa kelebihan, yaitu produktivitas biji dari tanaman nyamplung termasuk tinggi yaitu 20 ton/ha yang jauh lebih tinggi bila dibandingkan biji karet 2 ton/ha, biji jarak pagar 5 ton/ha (Bustomi, 2008). Kandungan minyak dari biji nyamplung tergolong tinggi yaitu sebesar 40-73 %, dibandingkan dengan jarak pagar 40-60 % dan biji karet 40-50 % (Soerawidjaja, 2006).

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 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

Sekam padi dijemur selama 1 hari untuk menghilangkan kadar air di dalamnya. Sekam padi yang telah kering lalu dibakar dan diambil abu hasil pembakarannya. Abu sekam padi disaring menggunakan saringan 100 Mesh agar ukurannya seragam. Abu sekam padi yang mengandung silika tersebut akan diekstraksi menggunakan larutan NaOH. Proses ekstraksi silika dari abu sekam padi akan dilakukan pada reaktor batch. Larutan NaOH 1 N sebanyak 1.000 ml dan abu sekam padi sebanyak 135 gram dimasukkan ke dalam reaktor. Campuran tersebut diaduk dengan kecepatan 200 rpm pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 60 menit. Setelah waktu proses tercapai, campuran tersebut disaring untuk memisahkan padatan abu sekam dan filtrat berupa larutan sodium silikat ( $Na_2SiO_3$ ).

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  $60^\circ\text{C}$  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 alat

penyaring vakum pada kondisi hangat. Minyak ditimbang kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 80°C sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu asam fosfat ditambahkan sebanyak 0,3% dari berat minyak. Suhu minyak dipertahankan selama 15 menit sambil diaduk. Selanjutnya, minyak dimasukkan ke dalam 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 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 reaksi berlangsung selama 3 jam, produk esterifikasi dilanjutkan ke tahap transesterifikasi (Atabani dan Cesar, 2014).

#### **Proses Transesterifikasi**

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan 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 1:9 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 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 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 degumming	Setelah degumming
Densitas	kg/m <sup>3</sup>	945	928
Viskositas	mm <sup>2</sup> /s	6,20	6,22
Kadar air	%	6.76	5.79
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 5.79%, 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 1,94% dengan dua kali proses esterifikasi dan kadar air menurun dari 5.79% 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 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 3.2.

**Tabel 3.2** Hasil Karakterisasi Biodiesel

Parameter	SNI 7182:2015	Hasil Penelitian
Massa Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	850-890	866
Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)	2,3-6,0	4,13
Angka asam (mg-KOH/g)	Maks. 0,5	0,42
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 K<sub>2</sub>O-CaO, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Bustomi, S., T. S. Rostiawati, B. Leksono, S. Kosasih, I. Anggraeni, D. Syamsuwida, Y. Lisnawati, Y. Mile, D. Djaenudin, Mahfudz, dan E. Rachman, 2008, *Nyamplung (Calophyllum inophyllum L.) Sumber Energi Biofuel yang Potensial*, Laporan, Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.

- 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.
- Soerawidjaja, 2006, Fondasi-fondasi Ilmiah dan Keteknikan dari Teknologi Pembuatan Biodiesel, *Seminar Nasional "Biodiesel Sebagai Energi Alternatif Masa Depan"*, UGM, Yogyakarta.