

## Sintesis Katalis Basa $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$ untuk Reaksi Transesterifikasi Waste Cooking Oil (WCO) menjadi Biodiesel

Tarsensius Wabady Happy Limbong<sup>1)</sup>, Edy Saputra<sup>2)</sup>, Khairat<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, <sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia  
Laboratorium Teknik Reaksi Kimia Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya JL. HR. Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru 28293  
Email: tarsensiushappy@gmail.com

### ABSTRACT

*This research aims to derive biodiesel from waste cooking oil (WCO) through transesterification using heterogeneous base catalyst  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Catalyst  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$  was synthesized from fly ash palm oil, sodium hydroxide, and iron powder. Transesterification operated under reaction temperature is  $60^\circ\text{C}$  ( $\pm 2$ ) for 2 hours, with stirring 300 rpm. The highest yield of biodiesel is 95.83% under the transesterification methanol/WCO molar ratio 1:10, loading catalyst 3%-w. Density ( $40^\circ\text{C}$ ) of biodiesel is  $886.85 \text{ kg/m}^3$ , kinematic viscosity ( $40^\circ\text{C}$ ) is  $5.87 \text{ mm}^2/\text{s}$ , flash point is  $204^\circ\text{C}$ , acid value is  $0.74 \text{ mg-KOH/g-biodiesel}$ , and water content is 0.36%.*

*Keyword: Biodiesel, Esterification, Catalyst, Transesterification, WCO.*

### 1. Pendahuluan

Berkembangnya industri di Indonesia akan mengakibatkan peningkatan konsumsi bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan selama ini berasal dari fosil yang tidak dapat diperbaharui dan juga hasil pembakarannya cenderung tidak ramah lingkungan. Diantara berbagai produk minyak bumi, bahan bakar diesel termasuk yang paling banyak digunakan, sekitar 43,4% karena penggunaannya cukup luas untuk berbagai peralatan pertanian, transportasi, dan industri [Hambali dan Erliza, 2007]. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi dan memenuhi persyaratan lingkungan global, salah satu cara adalah dengan pengembangan bahan bakar alternatif ramah lingkungan yaitu energi alternatif yang berasal dari minyak tumbuhan yang disebut dengan biodiesel [Pravitasari, 2009]. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pengganti solar yang disukai karena sifatnya yang ramah lingkungan karena dapat mengurangi emisi karbon monoksida dan sulfur [Nurhayati dkk, 2012].

Selain itu, sebagai sumber pembuatan biodiesel yang murah dan banyak terdapat di sekitar kita yaitu minyak jelantah (*waste cooking oil*, WCO). WCO tersebut apabila tetap dikonsumsi akan dapat menyebabkan berbagai penyakit diantaranya tekanan darah tinggi, kanker dan kecerdasan menurun [Rukmini, 2007]. Oleh sebab itu, WCO sangat potensial dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Selama ini produksi biodiesel digunakan katalis basa homogen pada reaksi transesterifikasi, karena katalis basa homogen memiliki kemampuan katalisator yang tinggi [Anonim, 2014]. Persoalan utama yang dihadapi saat produksi biodiesel menggunakan katalis homogen adalah proses pemurnian biodiesel dari campuran gliserol, katalis dan reaktan yang tersisa sulit dilakukan karena katalis asam dan basa cair larut sempurna di dalam gliserol dan larut sebagian di dalam biodiesel [Subagjo, 2012]. Hal ini berarti menambah satu unit pemisahan yang membutuhkan biaya relatif cukup besar. Disamping itu, katalis homogen dalam produksi biodiesel tidak dapat digunakan kembali, dan memerlukan perlakuan yang

khusus agar tidak mencemari lingkungan [Singh dan Fernando, 2007].

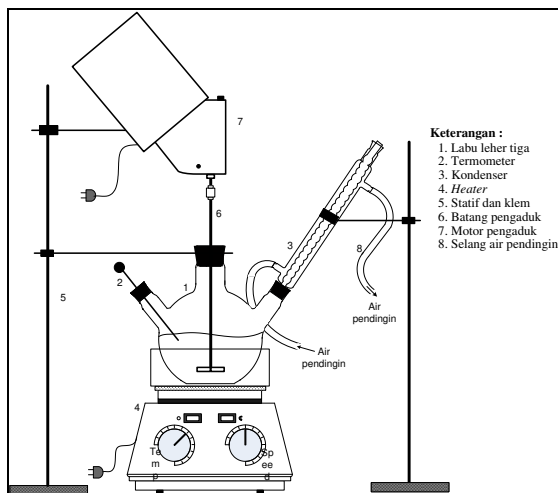
Berangkat dari permasalahan tersebut, maka perlu dikembangkan penelitian pembuatan biodiesel menggunakan katalis heterogen (solid). Berdasarkan hasil penelitian Subagjo [2012], katalis heterogen mempunyai aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang ringan, masa hidup katalis yang lama, biaya relatif murah, tidak korosif, ramah lingkungan, menghasilkan sedikit masalah pembuangan, dan dapat dipisahkan dari larutan produksi sehingga bisa digunakan kembali.

## 2. Metodologi Penelitian

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian pembuatan biodiesel ini adalah WCO dari restoran di Pekanbaru, metanol,  $H_2SO_4$  pekat, dan KOH. Sedangkan pembuatan katalis  $Na_2SiO_3/Fe_3O_4$  adalah *fly ash* dari sisa pembakaran pabrik kelapa sawit (PTPN V Sei Galuh), NaOH, aquades, gas  $CO_2$  dan serbuk besi.

Alat yang digunakan berupa *oven*, *furnace*, labu leher tiga (reaktor), kondensor, pengaduk, *hot plate*, termometer, mortar dan ayakan.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Penelitian Transesterifikasi

### Pembuatan Katalis

Langkah pertama *fly ash* akan dipanaskan menggunakan *oven* dengan temperatur  $105^{\circ}C$  untuk menghilangkan uap air,

kemudian *fly ash* tersebut akan dihilangkan karbon dan mineral lainnya menggunakan *furnace*.

Kemudian  $SiO_2$  pada *fly ash* akan diekstraksi menggunakan NaOH yang akan menghasilkan  $Na_2SiO_3$ . Tahap berikutnya, akan dilakukan penambahan serbuk ke dalam ekstrak *fly ash* yang telah diperoleh dari tahap sebelumnya. Kemudian proses presipitasi berlangsung pada kecepatan pengadukan 300 rpm dengan dialiri gas  $CO_2$  menggunakan *spurger* ke dalam campuran ekstrak yang bertujuan untuk membentuk endapan katalis, yaitu katalis *solid* yang telah berikatan dengan serbuk besi. Setelah terbentuk endapan katalis kemudian dikeringkan untuk membentuk bongkahan katalis. Selanjutnya bongkahan katalis dikalsinasi menggunakan *furnace*.

### Pembuatan Biodiesel

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan dua tahap yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Esterifikasi dimulai dengan mencampurkan WCO dengan metanol ke dalam reaktor serta katalis  $H_2SO_4$  ditambahkan. Waktu awal reaksi mulai dihitung setelah katalis dan metanol diumpankan ke dalam reaktor dengan suhu reaksi  $60^{\circ}C$ . Reaksi esterifikasi berlangsung selama 2 jam. Lapisan produk esterifikasi akan dimurnikan dengan pencucian menggunakan aquades yang bertujuan untuk menghilangkan sisa katalis asam. Kemudian setelah dimurnikan, dilakukan analisa angka asam lemak terhadap minyak.

Transesterifikasi, dimulai dengan menambahkan WCO dan metanol ke dalam reaktor. Setelah suhu reaksi mencapai  $60^{\circ}C(\pm 2)$ , kemudian metanol ditambahkan dengan jumlah masing-masing yang telah ditentukan dan katalis juga ditambahkan ke dalam ke reaktor dengan jumlah yang telah ditentukan. Waktu awal reaksi mulai dihitung setelah katalis dan reaktan diumpankan ke dalam reaktor dengan suhu reaksi  $60^{\circ}C(\pm 2)$  selama 120 menit. Lapisan *crude* biodiesel akan dimurnikan dengan pencucian

menggunakan akuades yang bertujuan untuk mengurangi kadar sisa gliserol dan sisa metanol.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil karakterisasi WCO diperoleh kadar asam lemak bebas adalah 4,65% dan kadar air diperoleh 0,623%.

#### Hasil Karakterisasi Biodiesel

Karakterisasi biodiesel dibutuhkan untuk mengetahui apakah biodiesel yang dihasilkan sudah sesuai dengan spesifikasi (standar mutu) biodiesel Indonesia sehingga dapat digunakan sesuai kebutuhannya. Parameter yang dianalisis diantaranya adalah densitas, viskositas kinematik, titik nyala, angka asam dan kadar air kemudian dibandingkan dengan karakteristik biodiesel berdasarkan SNI, ditampilkan pada Tabel 4.5.

**Tabel 2.** Hasil Karakterisasi Biodiesel

Karakteristik	Satuan	Penelitian	SNI
Densitas (40°C)	kg/m <sup>3</sup>	886,85	850 - 890
Viskositas (40°C)	mm <sup>2</sup> /s	5,87	2,3 - 6,0
Titik nyala	°C	204	Min. 100
Angka asam	mg-KOH	0,74	Maks. 0,8
Kadar air	%-V	0,36	Maks. 0,05

Densitas biodiesel yang dihasilkan yaitu 886,85 kg/m<sup>3</sup> sudah sesuai dengan standar SNI. Menurut Budiawan dkk [2013], nilai densitas dalam batas SNI dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna. Biodiesel dengan densitas yang melebihi standar akan menyebabkan reaksi pembakaran tidak sempurna sehingga dapat meningkatkan emisi dan keausan mesin.

Viskositas mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses penginjeksian bahan bakar. Viskositas yang terlalu rendah dapat menyebabkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar dan kalau terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja cepat alat injeksi dan mempersulit pengabutan bahan bakar [Hardjono, 2000]. Viskositas biodiesel yang didapat adalah 5,87 mm<sup>2</sup>/s, sementara SNI viskositas biodiesel adalah 2,3-6,0 mm<sup>2</sup>/s sehingga dapat disimpulkan bahwa viskositas

biodiesel pada penelitian ini memenuhi SNI.

Titik nyala biodiesel yang didapat yaitu 204°C. Titik nyala akan mempengaruhi penyimpanan biodiesel. Hasil ini telah sesuai dengan standar yaitu >100°C yang menandakan biodiesel aman dalam proses penyimpanan. Sementara itu angka asam biodiesel yang didapatkan adalah 0,74 mg-KOH/g-biodiesel. Angka asam yang berada dibawah standar yaitu maksimal 0,8 mg-KOH/g-biodiesel menunjukkan biodiesel tersebut tidak bersifat korosif sehingga tidak akan menyebabkan kerusakan pada injektor mesin [Budiawan dkk, 2013].

Kandungan air dan sedimen pada bahan bakar minyak (BBM) cenderung menyebabkan *fouling* pada peralatan dan menyebabkan gangguan pada sistem pembakaran BBM pada mesin. Sejumlah sedimen pada tangki penyimpanan dan filter penyaring bisa menghalangi aliran BBM dari tangki ke sistem pembakaran. Air dapat menyebabkan korosi pada tangki dan peralatan mesin, dan jika apabila ada detergen masuk pada BBM, maka air dapat membentuk emulsi. Adanya kandungan air pada BBM juga dapat memicu pertumbuhan mikrobiologi pada BBM dan mengganggu sistem pembakaran pada mesin [ASTM D2709].

Kadar air yang terkandung pada biodiesel adalah 0,36%-v biodiesel. Kadar air pada penelitian ini belum memenuhi SNI yang ditentukan, hal ini dapat disebabkan oleh sisa pencucian biodiesel yang tidak sempurna. Disaran agar waktu diperpanjang selama penguapan sisa air dan metanol menggunakan oven agar kandungan air pada biodiesel memenuhi SNI.

### 4. Kesimpulan

Katalis basa heterogen Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dapat disintesis dari limbah *fly ash* abu sawit dan serbuk besi. Biodiesel dapat diproduksi dari WCO melalui reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa heterogen Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. *Yield crude* biodiesel terbesar adalah 95,83% dengan

kondisi reaksi yaitu temperatur 60°C selama 120 menit dengan kecepatan pengadukan 300 rpm.

Subagjo., 2012, *Pengembangan Katalis Kalsium Oksida untuk Sintesis Biodiesel*, 2(11), 66-73.

### Daftar pustaka

- Anonim, 2014, Kalsium Oksida (CaO) sebagai Katalis Basa Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Tanaman, Diakses: 6 Februari 2015.
- ASTM D2709, 2001, Standard Test Method for Water and Sediment in Middle Distillate Fuels by Centrifuge, United State of America.
- Budiawan, R., Zulfansyah., Fatra, W., dan Helwani, Z., 2013, Off-grade Palm Oil as a Renewable Raw Material for Biodiesel Production By Two-Step Processes. ChESA Conference. *Chemical Engineering on Science and Application*, (7), 40-50.
- Hambali dan Erliza, 2007, *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hardjono, A., 2000, Kinetics of Palm Oil Transesterification in A Batch Reactor, *J. Am.Oil Chem.Soc*, 77, 1263-1267.
- Nurhayati., Erman., Muhdarina., dan Mulyani, S., 2012, The Effect of Oil-Methanol Ratio and Reaction Time on the Synthesis of Biodiesel Using Sodium Acetat Activated Clay Heterogenous Catalyst, *Prosiding Seminar Bersama ke-7, FMIPA Universitas Riau*, Pekanbaru, 46-48.
- Pravitasari, A., 2009, *Potensi Pengembangan Biodiesel Indonesia*, Majari Magazine, Indonesia.
- Rukmini, A., 2007, *Regenerasi Minyak Goreng Bekas dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ Tubuh*, Diakses tanggal 10 Februari 2015.
- Singh, A., dan Fernando, S.D.K., 2007, Reaction Kinetics of Soybean Oil Transesterification Using Heterogenous Metal Oxide Catalyst, *Renewable Energy*, 12(30), 1716–1720.