

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

Helmi Bahar<sup>1</sup>, Edy Saputra<sup>2</sup>, Zultinir<sup>2</sup>

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

Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

helmi.bahar.tekkim@gmail.com

## ABSTRACT

*Biodiesel is an alternative energy to replace fossil fuels. It can be synthesized by transesterification process of palm oils. Commonly the process of producing biodiesel was used NaOH or KOH as homogeneous catalyst which has the disadvantage because the formation of side products such as soaps and complexity of the separation of catalyst. This research aims to derive biodiesel from seed calophyllum inophyllum oil (CIO) 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. Condition operation the transesterification are molar ratio of oil:methanol 1:9 and loading catalyst 3%-w with under stirring 300 rpm. The highest yield of biodiesel is 89,48% under the transesterification reaction temperature 60 °C, reaction time 2 hours. Density (40 °C) of biodiesel is 862,56 kg/m<sup>3</sup>, kinematic viscosity (40 °C) is 3,54 mm<sup>2</sup>/s, flash point is 140 °C and acid value is 0,50 mg-KOH/g-biodiesel.*

**Keyword:** Biodiesel, Esterification, Catalyst, seed calophyllum inophyllum oil (CIO) and Transesterification.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan industri di dunia dan jumlah penduduk yang semakin pesat memberikan dampak semakin tingginya permintaan akan jumlah pasokan energi. Cadangan energi yang ada selama ini berasal dari bahan bakar fosil (minyak bumi) dengan jumlahnya yang sangat terbatas dan mengalami penurunan 10% setiap tahunnya sedangkan tingkat konsumsi minyak rata – rata 6% per tahun sehingga berdampak pada krisis energi (Kuncahyo dkk, 2013).

Hal ini disebabkan tidak adanya perkembangan terhadap produksi/ eksplorasi pada kilang minyak dan tidak ditemukannya sumur minyak baru. Oleh karena itu, permasalahan ini menjadi tantangan baru bagi negara-negara di dunia terutama Indonesia untuk mencari solusi akan krisis energi yang terjadi. Menurut Ditjen MIGAS (2012), jumlah cadangan minyak bumi mencapai 7,40 milyar per

barel. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil adalah dengan mengembangkan sumber energi alternatif lain yang dapat diperbaharui. Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui yaitu biodiesel. Biodiesel merupakan solusi yang tersedia untuk menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi transportasi utama dunia, karena biodiesel merupakan bahan bakar terbarui yang dapat menggantikan diesel petrol pada mesin (Maharani dan Zuliana, 2010 ).

Salah satu sumber alternatif yang tersedia untuk dikonversikan menjadi biodiesel saat ini yaitu minyak nabati. Minyak nabati yang banyak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit

sebagai minyak tanaman pangan ketika digunakan sebagai sumber energi alternatif maka akan berkompetisi dengan kebutuhan pangan manusia (Kansedo dkk,2008).

Sumber minyak nabati yang tidak bersaing dengan kebutuhan pangan bila digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah biji nyamplung. Kandungan minyak dari biji nyamplung tergolong tinggi yaitu sebesar 40-73 %, sedangkan jarak pagar 40-60 % dan biji karet 40-50 % (Fadhullullah, 2015). Hal ini menjadikan minyak biji nyamplung merupakan alternatif yang cukup potensial untuk dikembangkan sebagai bahan dasar biodiesel.

Selama ini, biodiesel diproduksi dengan menggunakan katalis basa homogen seperti NaOH dan KOH dengan konversi mencapai 98%, namun kelemahannya yaitu bersifat korosif atau sulit untuk memisahkan katalis yang larut dengan produk yang diinginkan sehingga memerlukan unit tambahan dengan investasi yang besar dan menjadikan proses produksi kurang ekonomis (Setiadi, 2015).

Bila ditinjau dari segi lingkungan, limbah pengolahan biodiesel perlu perlakuan lebih lanjut agar tidak mencemari lingkungan. Oleh karena itu, perlu dikembangkan penelitian pembuatan biodiesel menggunakan katalis heterogen (*solid*) yang membuat proses produksi menjadi lebih ekonomis dan ramah lingkungan. 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. Metode Penelitian

### Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian pembuatan biodiesel ini adalah minyak nyamplung berasal dari Koperasi Jarak Lestari Cilacap Jawa Tengah, metanol *Pro Analysis*, etanol teknis,

indikator *Phenolptalein*, dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Sedangkan pembuatan katalis Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> adalah *fly ash* dari sisa pembakaran pabrik kelapa sawit (PTPN V Sei Galuh), NaOH pa, aquades, gas CO<sub>2</sub> dan serbuk besi.

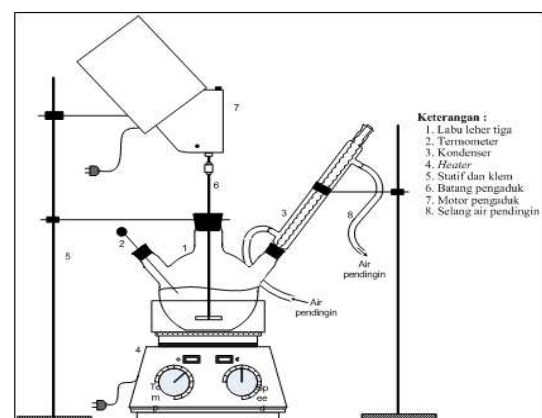
### Alat yang dipakai

Alat-alat yang digunakan dalam Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan, satu set motor pengaduk, oven, furnace, heating mantle, labu leher tiga, timbangan analitik, kertas saring, magnetic stirrer, reaktor alas datar, hot plate, termometer, condenser, alat titrasi, erlenmeyer, corong pisah, labu ukur, gelas ukur, pipet tetes, piknometer, statif, klem dan viskometer Ostwald.

### Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap yang digunakan adalah berat minyak 50 gram, rasio molar metanol : minyak adalah 9:1, ukuran partikel katalis 30-60 mesh, kecepatan pengadukan 300 rpm, berat katalis Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> adalah 3% berat minyak. Variabel berubah yang digunakan adalah variasi suhu reaksi dan waktu reaksi.

### Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Rangkaian Alat Penelitian Transesterifikasi

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu:

### Pembuatan Katalis

Langkah pertama *fly ash* akan dipanaskan menggunakan *oven* selama 24 jam dengan temperatur 105 °C untuk menghilangkan uap air, kemudian *fly ash* tersebut akan dihilangkan karbon dan mineral lainnya menggunakan *furnace*.

Kemudian SiO<sub>2</sub> pada *fly ash* akan diekstraksi menggunakan NaOH yang akan menghasilkan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. 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<sub>2</sub> 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 dari minyak biji nyamplung memerlukan beberapa tahapan yaitu proses *degumming*, proses esterifikasi, proses transesterifikasi, proses pemisahan dan pemurnian biodiesel. Pada *degumming* bertujuan untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang masih terdapat di dalam minyak (Ketaren, 1986). Minyak yang telah di *degumming* lalu dianalisis sifat fisiknya untuk mengetahui karakteristiknya.

Proses esterifikasi dilakukan karena minyak biji nyamplung memiliki kadar ALB lebih besar dari 2%. Esterifikasi dimulai dengan mencampurkan minyak biji nyamplung dengan metanol kedalam reaktor serta katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada kondisi operasi 60°C selama 60 menit dengan rasio mol minyak : metanol adalah 1 : 12 dan katalis yang digunakan adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1% b.

Proses transesterifikasi dilakukan untuk menghasilkan biodiesel dengan mengkonversikan trigliserida yang terdapat didalam minyak biji nyamplung. Transesterifikasi minyak biji nyamplung

dilakukan pada kondisi operasi 55°C selama 90 menit, dengan rasio mol minyak : methanol yaitu 1:9, berat katalis Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>1%-b minyak. Endapan berupa katalis dipisahkan dari filtratnya. Filtrat tersebut dilanjutkan ke proses pemisahan dan pemurnian biodiesel. Biodiesel yang telah dimurnikan dianalisa sifat fisika (titik nyala, viskositas, densitas dan angka asam).

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Proses *Degumming*

Minyak biji nyamplung hasil proses *degumming* ditentukan karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar asam lemak bebas dan perubahan warna. Karakteristik minyak biji nyamplung setelah proses *degumming* dapat dilihat pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1** Karakteristik Minyak Biji Nyamplung.

| Karakteristik     | Satuan             | Setelah <i>Degumming</i> |
|-------------------|--------------------|--------------------------|
| Densitas (40°C)   | kg/m <sup>3</sup>  | 921                      |
| Viskositas (40°C) | mm <sup>2</sup> /s | 6,22                     |
| Kadar air         | %                  | 6,89                     |
| Kadar ALB         | %                  | 21,69                    |
| Warna             | -                  | Kecoklatan               |

### Proses Esterifikasi

Menurut Azmi (2009) yaitu reaksi esterifikasi merupakan proses perlakuan awal dalam pembuatan biodiesel yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dan kadar ALB yang tinggi pada minyak. Tingginya kadar ALB disebabkan oleh kadar air yang tinggi dan aktivitas enzim lipase dalam minyak yang digunakan sebagai bahan baku. Kadar air dan kadar ALB sesudah proses esterifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.2

**Tabel 3.2** Karakteristik Produk Esterifikasi.

| Karakteristik | Satuan | Setelah Esterifikasi |
|---------------|--------|----------------------|
| Kadar air     | %      | 0,43                 |
| Kadar ALB     | %      | 1,92                 |

### 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 dan angka asam pada produk hasil biodiesel. Ditampilkan pada Tabel 3.3

**Tabel 3.3** Hasil Karakterisasi *Crude* Biodiesel

| No | Karakteristik     | Satuan             | Penelitian | SNI       |
|----|-------------------|--------------------|------------|-----------|
| 1  | Densitas (40°C)   | kg/m <sup>3</sup>  | 862,56     | 850 - 890 |
| 2  | Viskositas (40°C) | mm <sup>2</sup> /s | 3,54       | 2,3 – 6,0 |
| 3  | Titik nyala       | °C                 | 140        | Min. 100  |
| 4  | Angka asam        | mg-KOH             | 0,5        | Maks. 0,8 |

Densitas biodiesel yang dihasilkan yaitu 862,56 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 apabila terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja cepat alat injeksi dan mempersulit pengabutan bahan bakar (Prihandana, 2006). Viskositas biodiesel yang didapat adalah 3,54 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 140°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 0,5 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).

### 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 minyak biji nyamplung melalui reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa heterogen Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. *Yield biodiesel* tertinggi diperoleh adalah 89,48% pada rasio molar minyak dan metanol 1:9 dengan *loading* katalis Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> sebesar 3%-b minyak. suhu reaksi transesterifikasi 60°C selama 2 jam.

### Daftar Pustaka

- 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.
- 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
- Ditjen Migas. (2012). *Pusat Data dan Informasi energi dan sumber daya mineral kementerian energi dan*

- sumber daya mineral. Kajian Supply Demand Energy*, Jakarta.
- 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: *2nd International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application*.
- Kansedo, J., Lee, K.T., dan Bhatia, S. (2008). Biodiesel Production from Palm Oil via Heterogeneous Transesterification. *Biomass Bioenergy*, 33, 271-276.
- Ketaren, S. (1986). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press: Jakarta.
- Kuncahyo, Priyohadi, M., Zuhdi, A., Fathallah, S. (2013). Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel Di Indonesia. *Jurnal Teknik Pomits*. Surabaya: Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
- Maharani, H.N, dan Zuliyana. (2010). Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi. *Skripsi Sarjana*, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.
- Prihandana, R., R. Hendroko dan M. Nuramin. (2006). *Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Setiadi, F. (2015). Kajian Minyak Biji Picung sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Biodiesel dengan Katalis  $Al_2O_3$  dalam Mewujudkan Green Energy and Technology, *Skripsi Sarjana*, Universitas Riau.
- Subagjo. (2012). Pengembangan Katalis Kalsium Oksida untuk Sintesi Biodiesel. *11*, 66-73