

VARIASI BERAT KATALIS DAN SUHU REAKSI TRANSESTERIFIKASI *CRUDE PALM OIL* MENGGUNAKAN KATALIS CANGKANG KERANG DARAH KALSINASI 800 °C

Muhammad Reza Pahlevi¹, Nurhayati², Sofia Anita²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Kimia

²Bidang Kimia Fisika Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

mhd.reza_pahlevi@ymail.com

ABSTRACT

Biodiesel is one of the alternative fuels derived from petroleum. Compared to diesel fuel, it is renewable, biodegradable, and environmentally friendly. Biodiesel can be synthesized in two steps, that are esterification and transesterification stages. In this study, biodiesel was synthesized from CPO through esterification using concentrated H₂SO₄ as catalyst, and transesterification using CaO catalyst from *Anadara granosa* shell waste. This catalyst was calcined at 800 °C for 10 hours. The surface area measurement of CaO catalyst derived blood clam shell was using methylene blue adsorption method and was obtained 17.3742 m²/g. The biodiesel was synthesised with various of catalyst weight and reaction temperature. The result of biodiesel was obtained 76.40% with 4% CaO catalyst weight for 3 hours at ratio mol oil methanol 1:12 and reaction temperature at 65±2 °C.

Keywords : biodiesel, blood clam shell, catalyst, esterification and
Transesterification

ABSTRAK

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi. Jika dibandingkan dengan bahan bakar diesel/solar, biodiesel bersifat dapat diperbarui (*renewable*), mudah terurai (*biodegradable*), dan ramah lingkungan. Produksi biodiesel dapat dilakukan melalui dua tahapan yaitu tahapan esterifikasi dan transesterifikasi. Pada penelitian ini, biodiesel diproduksi dari CPO melalui tahapan reaksi esterifikasi dengan katalis homogen (H₂SO₄ pekat) dan tahapan transesterifikasi dengan katalis heterogen (CaO dari limbah cangkang kerang darah). Cangkang kerang darah sebagai katalis untuk produksi biodiesel dikalsinasi pada suhu 800 °C selama 10 jam. Pengukuran luas permukaan pada katalis CaO dari cangkang kerang darah menggunakan metode adsorpsi metilen biru dan diperoleh hasil sebesar 17,3742 m²/g. Biodiesel disintesis dengan memvariasikan berat katalis dan suhu reaksi. Hasil biodiesel diperoleh sebesar 76,40% dengan berat katalis 4% selama 3 jam pada rasio molar minyak dan metanol 1:6 dan suhu reaksi 65±2 °C.

Kata Kunci : biodiesel, cangkang kerang darah, katalis, esterifikasi dan
transesterifikasi

PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak bumi merupakan salah satu kebutuhan utama yang banyak digunakan di berbagai negara. Dari berbagai produk minyak bumi, bahan bakar diesel termasuk jenis yang paling banyak digunakan, yaitu sekitar 43,4% dari total pemakaian Bahan Bakar Minyak (BBM). Konsumsi yang cukup luas mencakup berbagai peralatan pertanian, transportasi dan industri. Seiring dengan meningkatnya populasi dan berkembangnya teknologi, kebutuhan akan bahan bakar semakin meningkat. Akan tetapi, cadangan sumber daya minyak bumi yang berasal dari fosil semakin menipis karena sifatnya yang tidak dapat diperbaharui.

BBM merupakan salah satu kebutuhan energi yang terus mengalami peningkatan konsumsi. Kurtubi (2014) mengatakan bahwa Indonesia mempunyai kapasitas kilang BBM sebesar 1,6 juta barel per hari sedangkan untuk produksinya hanya mencapai angka 820.000 barel per hari, padahal konsumsi BBM setiap tahunnya terus meningkat yang disebabkan naiknya pertumbuhan ekonomi dan tingkat konsumsi masyarakat. Jika masalah ini tidak segera dicarikan solusinya, potensi akan terjadinya krisis energi yang sangat krusial yang akan menghambat pembangunan dan pertumbuhan ekonomi di berbagai sisi. Oleh sebab itu dibutuhkan pengembangan sumber energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan dan memberikan solusi terhadap peningkatan kebutuhan akan bahan bakar (Fanny dkk., 2012).

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi. Bahan baku yang biasa digunakan untuk produksi biodiesel berasal dari minyak nabati, seperti minyak kelapa

sawit, minyak jarak, minyak kedelai serta minyak nyamplung.

CPO memiliki kandungan asam lemak bebas yang tinggi berkisar 3 – 5%. Dalam pembuatan biodiesel, asam lemak bebas yang terkandung pada CPO menyebabkan tidak optimalnya hasil biodiesel karena banyaknya senyawa sabun yang akan terbentuk. Dikarenakan kandungan asam lemak bebas dari CPO relatif tinggi maka dilakukan tahapan esterifikasi (Kurniasih, 2013). Tujuan dari tahapan esterifikasi adalah untuk mengkonversi asam lemak bebas menjadi metil ester atau biodiesel, sehingga hasil dari biodiesel yang didapat bisa maksimal. Dalam tahapan esterifikasi diperlukan suatu katalis asam kuat seperti H_2SO_4 dalam reaksinya. Nelvia (2008) mendapatkan hasil biodiesel sebesar 74,59% dengan melakukan tahapan reaksi esterifikasi menggunakan katalis H_2SO_4 .

Proses reaksi sintesis biodiesel dikenal juga dengan tahapan transesterifikasi. Transesterifikasi merupakan tahapan proses reaksi untuk pembuatan biodiesel dengan menggunakan katalis basa homogen. Namun penggunaan katalis homogen mempunyai kelemahan, katalis ini hanya bisa digunakan untuk sekali pakai, serta sulitnya pemisahan antara sisa katalis dengan produk. Oleh karena itu, alternatif lain digunakan katalis heterogen untuk pembuatan biodiesel. Salah satu contoh katalis heterogen yang bisa digunakan untuk sintesis biodiesel dalam reaksi transesterifikasi yaitu CaO yang berasal dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*). Utami (2013) memperoleh hasil biodiesel sebesar 85,95% dari minyak *sanco* menggunakan katalis CaO dari cangkang kerang darah. Cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) berpotensi sebagai

sumber katalis heterogen karena menurut Asnibar (2014) serbuk cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) yang dikalsinasi 800 °C selama 10 jam mengandung CaO sebesar 99,14%.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis biodiesel menggunakan CPO, namun CPO memiliki asam lemak bebas yang tinggi maka sintesis biodiesel menggunakan dua tahap reaksi yaitu reaksi esterifikasi dengan katalis H₂SO₄ pekat dan reaksi transesterifikasi dengan katalis CaO dari cangkang kerang darah.

METODOLOGI PENELITIAN

a. Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan adalah minyak kelapa sawit mentah (CPO) yang diambil di PT. SSS (Sumber Sawit Sejahtera) yang berada di kota Kerinci kabupaten Pelalawan. Cangkang kerang darah dibeli dipasar tradisional Pekanbaru yang menurut penjual berasal dari Tembilahan.

b. Pengolahan Cangkang Kerang Darah

Cangkang kerang darah dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran dan pasir kemudian dibilas dengan akuades hingga bersih. Cangkang kerang ditumbuk kasar menggunakan mortar martir dan dikalsinasi pada suhu 800 °C selama 10 jam. Hasil kalsinasi digerus dan diayak pada ayakan 200 Mesh.

c. Penentuan Luas Permukaan Katalis CaO

Luas permukaan ditentukan menggunakan metode adsorpsi metilen biru. Sebanyak 0,1 g katalis dikontakkan

dengan 100 mL larutan metilen biru dengan konsentrasi 8 ppm selama 25 menit. Suspensi kemudian disentrifugasi selama 5 menit dan didekantir. Filtratnya diukur menggunakan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 664 nm (Asyadiqi, 2014). Luas permukaan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$S = \frac{Xm N}{BM} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- S : luas permukaan spesifik (m²/g)
- Xm : jumlah metilen biru yang teradsorpsi oleh katalis (g/g)
- N : bilangan Avogadro (6,02.10⁻²³ molekul/mol)
- A : luas permukaan biru (197.10⁻²⁰ m²/molekul)
- BM : berat molekul metilen biru (319,86 g/mol)

d. Penentuan Asam Lemak Bebas pada CPO

Analisis awal sampel minyak kelapa sawit mentah adalah menentukan kandungan asam lemak bebasnya, yaitu dengan cara menghomogenkan dan memanaskan 20 gram minyak kelapa sawit mentah (CPO) pada suhu 60 °C di dalam Erlenmeyer 250 mL. 50 mL isopropil alkohol (temperatur 50 °C – 60 °C) ditambahkan ke dalam Erlenmeyer. Campuran dikocok dan ditambahkan 2 – 3 tetes indikator fenolftalein dan dihomogenkan. Campuran di titrasi dengan larutan KOH 0,1 N (yang telah distandarisasi) sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Volume titran yang terpakai dicatat (V mL) dan jumlah asam lemak bebas dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ ALB} = \frac{(\text{ml} \times N) \text{ KOH} \times 256}{g \text{ sampel} \times 1000} \times 100\% \dots\dots(2)$$

e. **Produksi Biodiesel**

1. **Proses esterifikasi**

Minyak kelapa sawit mentah (CPO) yang telah disaring diambil sebanyak 100 g dan dimasukkan kedalam labu leher tiga. Pada tempat terpisah, buat campuran antara katalis H₂SO₄ pekat dan metanol kemudian ditambahkan kedalam labu leher tiga yang telah berisi CPO. Campuran direfluks sambil diaduk dengan stirer selama 3 jam dengan suhu reaksi 70±2°C. Setelah bereaksi, campuran dimasukkan ke dalam corong pemisah dan dicuci dengan akuades hangat (50 – 60 °C) dengan perbandingan berat minyak dan akuades 1:1. Campuran kemudian dikocok lalu didiamkan ± 10 menit hingga terbentuk dua lapisan. Air cucian bagian bawah dibuang dan bagian atasnya dimasukkan ke dalam beaker glass untuk dilanjutkan ke proses transesterifikasi.

2. **Proses transesterifikasi**

Reaksi transesterifikasi dimulai dengan mereaksikan 4 g katalis CaO dari cangkang kerang darah dan metanol dengan rasio molar minyak dan metanol adalah 1:6 selama 1 jam sambil di aduk dengan magnetik stirrer di dalam labu leher 3 (Utami, 2013). Minyak hasil esterifikasi di panaskan di atas titik didih air pada temperatur 105 °C selama ± 30 menit dan suhunya di turunkan menjadi 50 °C. Minyak di campurkan ke dalam campuran katalis dan metanol dan di aduk selama 3 jam pada suhu reaksi 65±2 °C (Utami, 2013). Hasil reaksi di masukkan ke dalam beaker gelas dan di

biarkan pada temperatur kamar selama semalam sampai terbentuk 3 lapisan. Lapisan bawah adalah katalis, lapisan tengah adalah gliserol dan lapisan atas adalah biodiesel mentah. Biodiesel mentah yang terbentuk, di masukkan kedalam corong pemisah dan dicuci dengan akuades hangat (50 – 60 °C) dengan perbandingan berat biodiesel dan akuades 1:1. Campuran kemudian dikocok untuk melarutkan metanol dan sabun yg terdapat pada biodiesel mentah. Campuran kemudian didiamkan hingga terbentuk 2 lapisan. Lapisan bawah merupakan metanol dan sabun yang bercampur dengan air pencuci sedangkan lapisan atas adalah biodiesel. Hasil biodiesel disaring menggunakan kertas saring *whatman* 42, dan dipanaskan pada suhu 105 °C untuk menghilangkan kadar airnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. **Hasil Karakterisasi Luas Permukaan Katalis**

Katalis yang terbuat dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) yang di kalsinasi 800 °C selama 10 dan jam ditentukan luas permukaannya menggunakan metode adsorpsi metilen biru. Hasil dari luas permukaan katalis didapatkan sebesar 17,3742 m²/g.

b. **Kandungan Asam Lemak Bebas dari CPO**

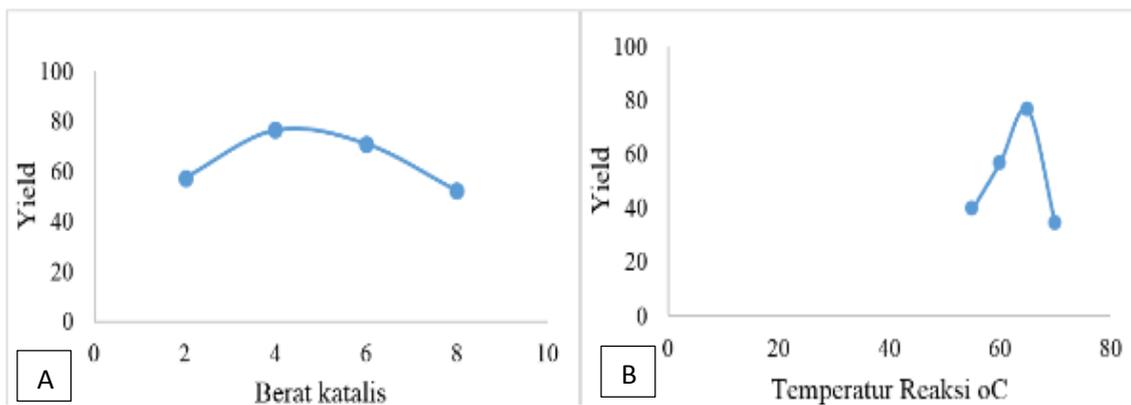
Kandungan asam lemak bebas yang terdapat dalam CPO sebelum dicuci adalah sebesar 5,0187% sedangkan kandungan asam lemak bebas setelah dicuci dan dipanaskan sebesar 5,202%. Kenaikan kandungan asam lemak bebas ini berbanding lurus dengan kenaikan

kadar air. Hal ini disebabkan terjadinya proses hidrolisis pada CPO yang dipengaruhi oleh suhu, waktu pada saat proses pemanasan dan adanya kandungan air pada minyak.

c. Hasil Perolehan Biodiesel dengan Variasi Tahapan Transesterifikasi

1. Pengaruh berat katalis CaO

Pada penelitian ini variasi persentase katalis CaO yang digunakan adalah 2, 4, 6 dan 8% dengan konsentrasi rasio molar minyak dan metanol 1:6, waktu reaksi 3 jam dengan suhu 65 ± 2 °C.



Gambar 1. A. Pengaruh variasi Berat Katalis CaO B. Pengaruh Variasi Suhu Reaksi

Pada penelitian ini hasil optimum berat katalis sebesar 4 g dengan perolehan biodiesel sebesar 76,40% (Gambar 1.A). Penambahan pada persentase katalis menyebabkan perolehan biodiesel semakin meningkat, namun persentase katalis yang melebihi kondisi optimum menyebabkan konversi biodiesel yang dihasilkan akan menurun. Hal ini dikarenakan penggunaan katalis yang berlebihan menyebabkan terbentuknya emulsi akibat dari reaksi penyabunan. Sintesis biodiesel dengan katalis CaO telah dilaporkan oleh Utami (2013) menghasilkan biodiesel sebesar 85,94% serta Yanti dkk (2012)

mendapatkan biodiesel sebesar 77,186%.

2. Variasi temperatur reaksi

Pada penelitian ini temperatur reaksi yang digunakan pada tahapan transesterifikasi adalah 55, 60, 65 dan 70 °C dengan waktu reaksi 3 jam, rasio molar minyak dan metanol 1:6 dan berat katalis CaO 4%.

Pada penelitian ini didapat temperatur 65 °C menunjukkan hasil optimum biodiesel yaitu sebesar 76,40% (Gambar 1.B). Perolehan biodiesel

semakin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu reaksi. Hasil perolehan biodiesel menurun pada suhu mencapai 70 °C, hal ini disebabkan karena suhu reaksi melebihi titik didih dari metanol sehingga menyebabkan metanol pada reaksi menguap. Pada penelitian yang dilakukan oleh Asnibar (2014) mendapatkan perolehan biodiesel sebesar 67,72% pada temperatur 60 °C sedangkan yang dilakukan oleh Nelvia (2008) pada temperatur 70 °C memperoleh biodiesel sebesar 68,088%.

KESIMPULAN

Luas permukaan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) adalah sebesar 17,3742 m²/g. Hasil kandungan asam lemak bebas pada CPO sebelum dicuci sebesar 5,0187% sedangkan kandungan asam lemak bebas setelah dicuci dan dipanaskan sebesar 5,202%. Hasil biodiesel maksimum pada tahapan transesterifikasi adalah sebesar 76,40% dengan berat katalis 4 g, temperatur reaksi 65 °C, rasio molar minyak dan metanol 1:6 dengan waktu reaksi selama 3 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Ibu Dr. Nurhayati, M.Sc dan Ibu Dr. Sofia Anita M.Sc yang telah memberikan motivasi, bimbingan, arahan, waktu dan saran atas keberhasilan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada DIKTI melalui LEMLIT Universitas Riau dengan bantuan dana melalui SKIM Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Asnibar, S. 2014. Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas untuk Produksi Biodiesel dengan Katalis CaO dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Kalsinasi 800 °C. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA Univeritas Riau, Pekanbaru.
- Asyadiqi, Z. 2014. Produksi Biodisel Menggunakan Katalis CaO Cangkang Kerang Darah: Efek Temperatur Reaksi dan Kecepatan Pengadukan serta Temperatur dan Waktu Kalsinasi Katalis. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru.
- Fanny, W.A., Subagja, dan Prakoso, T. 2012. Pengembangan Katalis Kalsium Oksida Untuk Sintesis Biodiesel. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol. 11 (2): 66-73.
- Kurniasih, E. 2013. Produksi Biodiesel Dari *Crude Palm Oil* Melalui Reaksi Dua Tahap. *Laporan Hasil Penelitian*. Program Studi Teknik Kimia. Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh.
- Kurtubi. 2014. *Jamin Pasokan Impor BBM Sulit Dielakkan*. Pos Kota News. Jakarta.
- Nelvia, S. 2008. Pembuatan Biodiesel dari Crude Palm Oil (CPO) berkatalis Kalsium Oksida (CaO). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Utami, W. 2013. Sintesis Biodiesel menggunakan Katalis yang Bersumber dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Yanti, P. H., Awaluddin, A dan Sartika, P. 2012. Pembuatan Biodiesel Menggunakan Kalsium Asetat yang Dikalsinasi. *Prosiding SNTK TOPI*. ISSN 1907-0500.