

PENGARUH RASIO MASSA KATALIS CaO DAN SUHU PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI MINYAK RANDU MENJADI BIODIESEL

Khoirunnisa S. Nugroho, Herawati Retnaningtyas, Hardjono
Jurusan Teknik Kimia
nisanugroho96@gmail.com, [hardjono@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Keberadaan tanaman randu yang cukup melimpah serta kurangnya pemanfaatan minyak randu merupakan kesempatan besar untuk dikembangkan menjadi bahan dalam pembuatan biodiesel. Biodiesel dapat diperoleh dengan cara mereaksikan minyak nabati dengan alkohol menggunakan katalis pada suhu dan komposisi tertentu. Penggunaan katalis heterogen, salah satunya CaO, dalam pembuatan biodiesel karena sifatnya yang lebih stabil, ramah lingkungan, korosi pada peralatan yang rendah, dan mudah untuk dipisahkan dari campuran reaksi, serta dinilai lebih ekonomis jika dibandingkan dengan katalis homogen. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh rasio massa katalis CaO dari cangkang kerang darah dengan CaO murni (1:0; 3:1; 1:1; 1:3; 0:1) terhadap %massa FAME yang dihasilkan serta mempelajari pengaruh suhu transesterifikasi (55°C, 60°C, 65°C) terhadap %massa FAME yang dihasilkan. Cangkang kerang darah, melalui proses kalsinasi pada suhu 900°C selama 3 jam akan terdekomposisi menjadi CaO sehingga dapat dimanfaatkan sebagai katalis heterogen. Pembuatan biodiesel dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari *degumming*, esterifikasi, dan transesterifikasi. %Massa FAME tertinggi didapatkan pada variabel rasio massa CaO CKD dengan CaO murni 0:1 serta suhu transesterifikasi 65°C yakni sebesar 98,54%.

Kata kunci: *biodiesel, CaO, katalis, minyak randu, transesterifikasi*

ABSTRACT

The existence of randu plants that are quite abundant and the lack of utilization of randu oil are the great opportunity to be developed into materials in making biodiesel. Biodiesel can be obtained by reacting vegetable oil with alcohol using catalyst at a certain temperature and composition. The use of heterogeneous catalyst, such as CaO, in making biodiesel because it is more stable, environmentally friendly, low corrosion in equipment, easy separating from the solution, and more economical than homogeneous catalyst. This study aimed to study the effect of mass ratio of CaO catalyst from blood clam shell with pure CaO (1:0; 3:1; 1:1; 1:3; 0:1) and the effect of transesterification temperature (55°C, 60°C, 65°C) on the %mass of FAME produced. Blood clam shell, through the calcination process at 900°C for 3 hours will decompose into CaO, so that it can be used as a heterogeneous catalyst. There are several stages in making biodiesel, starting from degumming, esterification, and transesterification. The highest %mass of FAME is found in the mass ratio of CaO from blood clam shell with pure CaO 0:1 and the temperature of transesterification 65°C is 98,54%.

Keywords: *Biodiesel, CaO, catalyst, randu oil, transesterification*

1. PENDAHULUAN

Biodiesel dapat dibuat dengan mereaksikan minyak nabati dengan alkohol menggunakan katalis pada suhu dan komposisi tertentu. Minyak nabati yang dipilih adalah minyak bukan pangan seperti minyak randu. Keberadaan tanaman randu yang cukup

melimpah serta kurangnya pemanfaatan minyak randu merupakan kesempatan untuk dikembangkan menjadi bahan dalam pembuatan biodiesel. Pembuatan biodiesel secara konvensional berlangsung melalui transesterifikasi minyak nabati yang dikatalisis oleh katalis basa atau asam homogen seperti NaOH, KOH, atau H₂SO₄ dengan cara dilarutkan di dalam metanol. Akhir-akhir ini banyak dilakukan penelitian mengenai katalis heterogen karena sifatnya yang lebih stabil, ramah lingkungan, korosi pada peralatan yang rendah, dan mudah untuk dipisahkan dari campuran reaksi, serta dinilai lebih ekonomis jika dibandingkan dengan katalis homogen. Beberapa penelitian mengenai katalis heterogen telah dilakukan antara lain reparasi dan karakterisasi kalsium oksida (CaO) dari tulang ayam dengan proses dekomposisi [1] didapatkan CaO sebesar 56,28%, pembuatan biodiesel menggunakan katalis basa heterogen berbahan dasar kulit telur menggunakan proses kalsinasi [2] didapatkan CaO sebesar 98,52%, produksi biodiesel dari minyak jelantah dengan cangkang bekicot (*Achatina fulica*) sebagai katalis heterogen melalui proses kalsinasi [3] didapatkan CaO sebesar 98%, pembuatan katalis basa heterogen dari batu gamping (*limestone*) Gunung Puger dengan proses kalsinasi [4] didapatkan CaO sebesar 96,4945%, produksi biodiesel dari minyak goreng bekas menggunakan katalis CaO cangkang kerang darah kalsinasi 900°C [5] didapatkan CaO sebesar 99,09%. Selain kandungan CaO yang besar, jumlah limbah cangkang kerang darah juga sangat melimpah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh rasio massa katalis CaO dari cangkang kerang darah dengan CaO murni serta mempelajari pengaruh suhu transesterifikasi terhadap %massa FAME yang dihasilkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Pembuatan Katalis CaO Cangkang Kerang Darah

Pembuatan katalis CaO diawali dengan mencuci cangkang kerang darah, kemudian dipanaskan di dalam *oven* selama 24 jam pada suhu 110°C. Selanjutnya cangkang kerang darah kering ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan 28 mesh. Setelah itu, cangkang kerang darah dikalsinasi pada suhu 900°C selama 3 jam di dalam *furnace*. Katalis CaO yang dihasilkan kemudian diuji menggunakan SEM-EDX untuk mengetahui morfologinya.

2.2. Pre-treatment Minyak Randu

Tahapan *pretreatment* (degumming, esterifikasi) dan analisis kadar FFA (*free fatty acid*) pada minyak randu dilakukan sebelum digunakan sebagai bahan dalam proses produksi biodiesel. Proses *degumming* diawali dengan memanaskan minyak randu pada suhu 60°C. Selanjutnya menambahkan asam fosfat (H₃PO₄) sebanyak 0,1% dari volume minyak randu, kemudian diaduk menggunakan *stirrer condensor* selama 30 menit pada suhu 60°C. *Gum* yang dihasilkan dipisahkan dari minyak menggunakan kertas saring dan *vacuum filter*. Selanjutnya dilakukan uji kadar FFA terhadap minyak hasil *degumming* yang diawali dengan menimbang 20 gram minyak kemudian ditambahkan 50 ml metanol panas dan 3 tetes indikator PP, dilanjutkan titrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N hingga terjadi perubahan warna dari tidak berwarna menjadi merah jambu. Apabila %FFA lebih dari 2% maka dilakukan proses esterifikasi. Proses esterifikasi diawali dengan cara mencampurkan H₂SO₄ 98% sebanyak 0,5% dari massa minyak dan metanol 99% dengan rasio mol minyak dengan metanol 1:5. Di wadah yang berbeda, minyak randu dipanaskan hingga suhu 60°C, kemudian ditambahkan campuran H₂SO₄ dan metanol diikuti dengan pengadukan selama 1,5 jam pada suhu 60°C. Hasil esterifikasi kemudian dipisahkan menggunakan corong pisah. Namun apabila %FFA kurang dari atau sama dengan 2% maka minyak dapat langsung digunakan pada proses transesterifikasi.

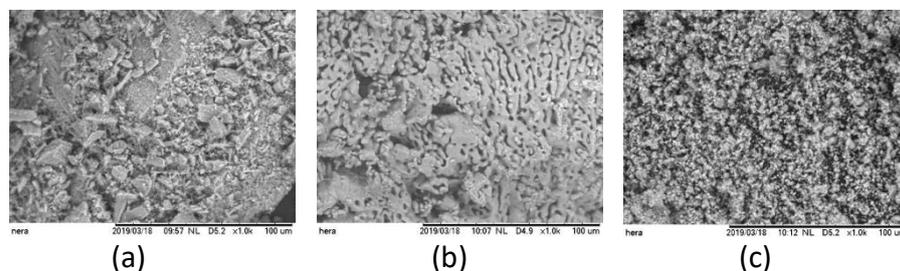
2.3. Transesterifikasi

Proses transesterifikasi diawali dengan cara menimbang katalis CaO sesuai variabel (rasio massa CaO CKD dengan CaO murni 1:0 ; 3:1 ; 1:1 ; 1:3 ; 0:1), kemudian mencampurkannya dengan metanol 99% dengan rasio mol minyak : metanol sebesar 1:7. Pada wadah lain, minyak randu dipanaskan hingga mencapai suhu variabel (55°C, 60°C, 65°C). Selanjutnya, memasukkan campuran katalis dan metanol ke dalam minyak randu pada labu leher empat dan dilakukan pengadukan selama 2 jam, kecepatan putar 700 rpm, dengan suhu sesuai variabel yang ditentukan (55°C, 60°C, 65°C). Langkah terakhir adalah memisahkan hasil transesterifikasi menggunakan *sentrifuge*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Uji SEM-EDX Katalis

Cangkang kerang darah sebelum kalsinasi, katalis CaO cangkang kerang darah, dan katalis CaO murni diuji menggunakan SEM-EDX. Morfologi dari cangkang kerang darah sebelum kalsinasi, katalis CaO cangkang kerang darah, dan katalis CaO murni disajikan pada Gambar 1.

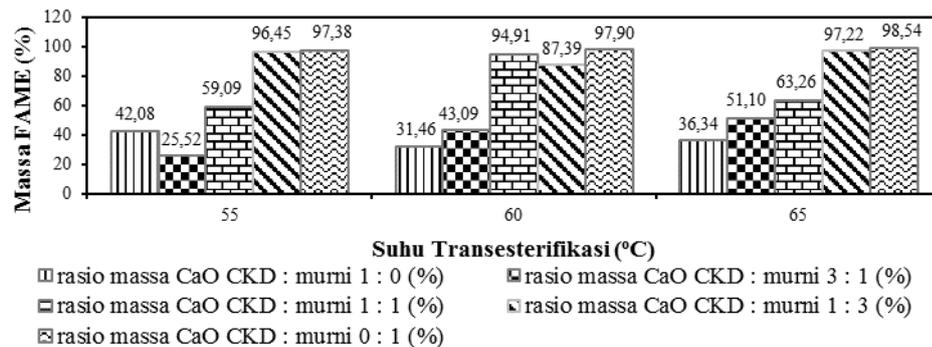


Gambar 1. Hasil uji SEM-EDX (a) CKD sebelum kalsinasi, (b) CaO CKD, (c) CaO Murni

Pada Gambar 1(a) terlihat bahwa ukuran partikel CKD (cangkang kerang darah) sebelum kalsinasi tidak seragam dan relatif besar. Hal ini dikarenakan pori-pori cangkang kerang darah belum terbuka. Sedangkan, pada Gambar 1(b) dan 1(c) terlihat ukuran partikel lebih seragam dan relatif kecil. Hal ini dikarenakan pori-pori katalis telah terbuka akibat kalsinasi pada suhu tinggi. Sesuai dengan reaksi dekomposisi $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CaO}$, pori-pori katalis yang terbuka mengindikasikan CO_2 yang hilang pada proses kalsinasi. Jika dibandingkan, ukuran partikel katalis CaO dari cangkang kerang darah lebih besar daripada CaO murni. Hal tersebut dikarenakan kurangnya waktu kalsinasi pada pembuatan katalis CaO dari cangkang kerang darah. Hasil uji SEM CaO cangkang kerang darah pada suhu 900°C selama 4 jam yang telah dilakukan oleh Zuhra, dkk. [6], menunjukkan struktur yang hampir sama dengan katalis CaO murni. Ukuran partikel katalis yang kecil meningkatkan luas permukaan katalis sehingga dapat meningkatkan luas kontak antara fasa aktif katalis dengan reaktan pada proses pembuatan biodiesel.

3.2. Produk Biodiesel

Katalis CaO dari cangkang kerang darah yang telah dihasilkan dari proses kalsinasi dan CaO murni diaplikasikan pada reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel. Pengaruh rasio massa CaO dari cangkang kerang darah dengan CaO murni serta suhu transesterifikasi terhadap % massa FAME disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan rasio massa CaO dari cangkang kerang darah dengan CaO Murni serta suhu transesterifikasi terhadap %massa FAME

Gambar 2 menunjukkan bahwa %massa FAME cenderung meningkat seiring dengan semakin tingginya rasio massa katalis CaO murni terhadap CaO cangkang kerang darah. Sesuai dengan hasil uji SEM yang telah dilakukan, ukuran partikel katalis CaO murni lebih kecil dari katalis CaO cangkang kerang darah. Ukuran partikel katalis yang kecil meningkatkan luas permukaan katalis sehingga dapat meningkatkan luas kontak antara fasa aktif katalis dengan reaktan pada proses pembuatan biodiesel. Selain itu, pada penelitian ini tidak dilakukan modifikasi terhadap katalis CaO dari cangkang kerang darah. Adanya modifikasi terhadap katalis dapat meningkatkan aktivitas katalitik katalis sehingga diperoleh biodiesel dengan %massa FAME di atas 80% [7].

Gambar 2 juga menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu transesterifikasi maka semakin tinggi %massa FAME yang dihasilkan. Hal tersebut sudah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Prihanto, dkk. [8] yang menyatakan bahwa dengan meningkatnya suhu reaksi maka jumlah tumbukan efektif antar partikel akan meningkat sehingga biodiesel yang dihasilkan juga semakin meningkat. Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa %massa FAME tertinggi dihasilkan pada suhu 65°C dengan perbandingan massa CaO cangkang kerang darah dengan CaO murni sebesar 0:1 yakni sebesar 98,54%

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari penelitian ini adalah (1) semakin tinggi massa katalis CaO dari cangkang kerang darah dan semakin rendah massa katalis CaO murni serta maka %massa FAME yang dihasilkan akan semakin rendah. %Massa FAME yang tinggi dihasilkan pada variabel rasio massa CaO cangkang kerang darah dengan CaO murni sebesar 0:1. (2) Semakin tinggi suhu transesterifikasi maka %massa FAME yang dihasilkan akan semakin tinggi. %Massa FAME yang tinggi dihasilkan pada variabel suhu 65°C. (3) %Massa FAME tertinggi dihasilkan pada suhu 65°C dengan perbandingan massa CaO cangkang kerang darah dengan CaO murni sebesar 0:1 yakni sebesar 98,54%.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah (1) melakukan modifikasi katalis yang dibuat untuk meningkatkan aktivitas katalitik katalis sehingga diperoleh biodiesel dengan %massa FAME yang tinggi serta (2) menambah waktu pada proses kalsinasi cangkang kerang darah.

REFERENSI

- [1] Mohadi, R., Lesbani, A., and Susie, Y., 2013, *Preparasi dan Karakterisasi Kalsium Oksida (CaO) dari Tulang Ayam*, Chem. Progress, Vol. 6, No. 2, November, 77.
- [2] Santoso, H., Kristianto, I., and Setyadi, A., 2013, *Pembuatan Biodiesel Menggunakan*

Katalis Basa Heterogen Berbahan Dasar Kulit Telur, Reseach Report – Engineering Science, 8.

- [3] Saputra, L., Rakhmah, N., Pradita, H., and Sunardi, 2012, *Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Cangkang Bekicot (Achatina fulica) sebagai Katalis Heterogen*, Prestasi, Vol. 1, No. 2, Juni, 121.
- [4] Rakhmad, Hinsryawati, N., and Daniel, 2017, *Pembuatan Katalis Basa Heterogen dari Batu Gamping (Limestone) Gunung Puger*, Prosiding Seminar Nasional Kimia, 101-103.
- [5] Setiowati, R., 2014. *Produksi Biodiesel dan Minyak Goreng Bekas Menggunakan Katalis CaO Cangkang Kerang Darah Kalsinasi 900°C*, Laporan Skripsi Jurusan Kimia FMIPA.
- [6] Zuhra, Husin, H., Hasfita, F., and Rinaldi, W., 2015, *Preparasi Katalis Abu Kulit Kerang untuk Transesterifikasi Minyak Nyamplung menjadi Biodiesel*, AGRITECH, Vol. 35, No. 1, Februari, 73-74.
- [7] Arfiansyah, I. and Adiansyah, Z., 2018, *Pembuatan Katalis Heterogen CaO dari Limbah Cangkang Telur untuk Reaksi Transesterifikasi Biodiesel dari Minyak Jelantah*, Laporan Akhir Jurusan Teknik Kimia, 6-26.
- [8] Prihanto, A. and Irawan, B., 2017, *Pengaruh Temperatur, Konsentrasi Katalis dan Rasio Molar Metanol-Minyak terhadap Yield Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Netralisasi-Transesterifikasi*, METANA, Vol. 13, No. 1, Juni, 31.