

Pembuatan Katalis CaO Superbasa dari Batu Kapur untuk Sintesis Biodiesel

Sintya Ningsih¹, Mustain Zamhari², Erwana Dewi³

^{1,2} Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya

³ Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

e-mail: sintyaningsih860@gmail.com

Abstrak

Sebagian besar wilayah Indonesia berpotensi memiliki batu kapur atau batu gamping. Dimana pulau Sumatera merupakan salah satu penghasil batu kapur terbesar di Indonesia, khususnya di Sumatera Selatan tepatnya di kota Baturaja, daerah Ogan Komering Ulu (OKU). Upaya yang dapat dimanfaatkan dari batu kapur sebagai katalis heterogen karena mengandung Kalsium Oksida (CaO). Pada penelitian ini batu kapur dikalsinasi dengan variasi suhu 750°C, 850°C, dan 950°C dengan waktu selama 3 jam, 4 jam, dan 5 jam. Intensitas CaO tertinggi yang didapatkan pada hasil analisa XRD yaitu pada suhu 950°C dengan waktu 4 jam. Adapun puncak karakteristik sebesar $2\theta = 32,27^\circ$; $36,51^\circ$; $51,73^\circ$; $63,43^\circ$; $66,21^\circ$; $78,53^\circ$ dan $84,62^\circ$. Rasio mol yang digunakan untuk mereaksikan minyak jelantah dan metanol yaitu sebesar 1 : 19 menggunakan proses transesterifikasi, dimana katalis CaO superbasa yang digunakan yaitu sebesar 2 gram pada suhu 60°C selama 1 jam dengan kecepatan pengadukan 750 rpm. Hasil analisis yang didapatkan yaitu yield biodiesel sebesar 84%, titik nyala sebesar 89,7°C, densitas sebesar 0,86 gr/cm³, dan viskositas sebesar 4,00 mm²/s.

Kata kunci: Batu Kapur, Katalis CaO, Biodiesel

Abstract

Most areas of Indonesia have the potential to have limestone. Where the island of Sumatra is one of the largest limestone producers in Indonesia, especially in South Sumatra, specifically in the city of Baturaja, Ogan Komering Ulu (OKU) area. Efforts can be made to utilize limestone as a heterogeneous catalyst because it contains Calcium Oxide (CaO). In this study, limestone was calcined at varying temperatures of 750°C, 850°C, and 950°C for 3 hours, 4 hours, and 5 hours. The highest CaO intensity obtained in the XRD analysis results was at a temperature of 950°C with a time of 4 hours. The characteristic peak is $2\theta = 32.27^\circ$; 36.51° ; 51.73° ; 63.43° ; 66.21° ; 78.53° and 84.62° . The mole ratio used to react used cooking oil and methanol is 1: 19 using a transesterification process, where the superbasic CaO catalyst used is 2 grams at a temperature of 60°C for 1 hour with a stirring speed of 750 rpm. The analysis results obtained were biodiesel yield of 84%, flash point of 89.7°C, density of 0.86 gr/cm³, and viscosity of 4.00 mm²/s.

Keywords : Limestone, CaO Catalyst, Biodiesel

PENDAHULUAN

Semakin menipisnya cadangan bahan bakar diakibatkan oleh kebutuhan bahan bakar fosil yang semakin meningkat karena permintaan energi yang tinggi, menyebabkan pengembangan sumber daya alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil menjadi semakin memikat dan gencar untuk dilakukan (Usman Ediar et al, 2020).

Menurut data dari (Mediadipoera dkk, 1990) potensi batu kapur yang ada di Indonesia yaitu sebesar 28,7 milyar ton, dimana pulau Sumatera merupakan salah satu penghasil batu

kapur terbesar di Indonesia, khususnya di Sumatera Selatan tepatnya di kota Baturaja, daerah Ogan Komering Ulu (OKU). Selain itu, batu kapur ini juga tersebar di berbagai pulau seperti Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi, Irian Jaya, dan pulau-pulau kecil lainnya.

Dalam kehidupan sehari-hari, minyak jelantah dianggap memiliki kualitas yang rendah sehingga seringkali tidak dimanfaatkan secara optimal karena dianggap tidak layak untuk digunakan kembali. Minyak jelantah memiliki kandungan asam lemak bebas yang rendah sehingga sangat cocok untuk dimanfaatkan dalam pembuatan biodiesel. Kandungan minyak yang ada pada minyak jelantah yaitu berkisar 30-70% (Taufiq dkk, 2014).

Proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dilakukan dengan proses transesterifikasi yaitu dengan cara penambahan katalis, adanya katalis dapat mempercepat suatu reaksi. Pada umumnya, katalis terbagi menjadi dua bagian yaitu katalis homogen dan katalis heterogen. Kelemahan dari katalis homogen yaitu karena sulit dipisahkan dan sulit untuk didaur ulang, sedangkan katalis heterogen lebih ramah lingkungan, pori-pori lebih lebar, dan umumnya lebih murah. CaO merupakan salah satu jenis katalis heterogen yang banyak digunakan karena memiliki kebasahan yang tinggi. Salah satu kelebihan dari CaO adalah katalis ini berbentuk padat sehingga mudah dipisahkan pada akhir reaksi dalam proses pembuatan biodiesel (Fanny dkk, 2012).

Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan yang ada dalam pembuatan biodiesel menggunakan katalis CaO adalah aktivitas katalitik yang rendah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka pada penelitian ini dikembangkan pembuatan biodiesel menggunakan katalis CaO superbasa agar aktivitas katalitik yang dihasilkan lebih tinggi. Katalis yang dihasilkan akan diuji cobakan kinerjanya dalam proses reaksi transesterifikasi dari minyak jelantah dan metanol dengan perbandingan rasio 1 : 19 selama 1 jam pada suhu 60°C dengan kecepatan pengadukan sebesar 750 rpm. Katalis yang dihasilkan diharapkan memiliki aktivitas katalitik yang tinggi, meningkatkan laju reaksi, dan memudahkan pemisahan CaO dari produk sehingga yield yang dihasilkan pada biodiesel tinggi dan memenuhi standar SNI.

METODE

Penelitian dan pengambilan data dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang dan analisa XRD dilakukan di Laboratorium FMIPA Universitas Sriwijaya. Bahan yang digunakan terdiri dari batu kapur, minyak jelantah, isopropil alkohol, metanol, kalium hidroksida, indikator pp, ammonium karbonat, dan aquadest. Sedangkan alat yang digunakan terdiri dari *furnace*, *oven*, gelas kimia, erlenmeyer, corong pisah, *hot plate*, *magnetic stirrer*, neraca analitik, kaca arloji, dan termometer.

Pembuatan katalis CaO superbasa diawali dengan menggerus batu kapur (CaCO_3) hingga halus dengan menggunakan mortar. Setelah halus, mengayak 75 gr CaCO_3 dengan menggunakan ayakan 100 mesh. Setelah itu, CaCO_3 difurnace pada suhu 750°C, 850°C, dan 950°C dengan tujuan untuk menghilangkan pengotor dan restrukturisasi. Kemudian katalis CaO superbasa dapat dihasilkan dengan cara mengambil CaCO_3 yang sudah difurnace sebanyak 12 gr dan dicelupkan ke dalam larutan ammonium karbonat berkonsentrasi 0,12 g/mL sebanyak 171,5 mL, diaduk selama 30 menit menggunakan *magnetic stirrer* kemudian disaring. Setelah proses kalsinasi selesai, katalis CaO superbasa dikeringkan di dalam oven selama 1 jam pada suhu 110°C untuk melepaskan kandungan air didalamnya. Setelah selesai, katalis CaO superbasa disimpan di dalam desikator agar katalis tetap kering. Katalis yang dihasilkan akan diuji dengan menggunakan alat *X-ray diffraction* (XRD) untuk mengetahui intensitas senyawa CaO dan ukuran kristal yang dihasilkan.

Pembuatan Biodiesel dilakukan dengan proses transesterifikasi yaitu perbandingan rasio mol antara minyak jelantah dan metanol sebesar 1 : 19. Dimana katalis CaO superbasa yang digunakan sebanyak 2 gram. Reaksi transesterifikasi dilakukan pada suhu 60°C selama 1 jam dengan kecepatan pengadukan 750 rpm. Hasil transesterifikasi dimasukkan kedalam corong pisah agar biodiesel, gliserol, dan sisa katalis yang terendapkan dapat dipisahkan dengan sempurna. Biodiesel yang terbentuk kemudian diukur volumenya untuk

mengetahui volume awal agar analisa *yield*, titik nyala, densitas, dan viskositas dapat dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Katalis CaO superbasa terbaik didapatkan pada suhu 950°C selama 4 jam, dimana katalis yang digunakan pada pembuatan biodiesel yaitu sebesar 2 gram dengan perbandingan rasio mol minyak jelantah : metanol adalah 1 : 19. Hal ini berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Sari Y, 2021) yang menghasilkan produk katalis CaO yang memenuhi beberapa parameter SNI. Proses furnace dilakukan untuk menghilangkan pengotor dan restrukturisasi setelah itu dilakukan aktivasi katalis, setelah proses kalsinasi selesai dikeringkan di dalam oven yang memerlukan waktu 1 jam hingga kering yang kemudian dimasukkan kedalam desikator agar tetap kering. Masing-masing hasilnya diuji dengan menggunakan alat *X-ray diffraction* (XRD) untuk mengetahui intensitas CaO dan ukuran kristal. Produk Katalis CaO superbasa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Produk Katalis CaO Superbasa

Pengaruh Suhu dan waktu Kalsinasi terhadap *Intensity* CaO (cps)

Suhu dan waktu kalsinasi sangat berpengaruh pada *intensity* CaO. Adapun Tabel pengaruh suhu dan waktu kalsinasi terhadap *intensity* CaO dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pengaruh Suhu dan Waktu Kalsinasi terhadap *Intensity* CaO (cps)

No.	Suhu (°C)	Waktu (Jam)	<i>Intensity</i> CaO (cps)
1		3	625
2	750	4	650
3		5	780
4		3	830
5	850	4	815
6		5	938
7		3	700
8	950	4	951
9		5	750

(Sumber: Laboratorium FMIPA Unsri, 2023)

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa suhu kalsinasi terbaik terdapat di suhu 950°C yang mana mempunyai *intensity* CaO paling tinggi sekitar 700-951 cps. Menurut (Kurniawan dkk, 2019) intensitas CaO yang tinggi artinya mempunyai kandungan mineral lime (CaO) yang tinggi pula. Menurut (Alonso dkk, 2009) suhu optimum terjadinya peristiwa dekomposisi dari mineral calcite (CaCO₃) menjadi mineral lime (CaO) yaitu terjadi pada suhu diatas 773°C. Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa pada suhu 750°C CaO yang terbentuk masih

sedikit, dikarenakan proses dekomposisi sedang terjadi. Pada suhu 850°C CaO sudah mulai terbentuk, dikarenakan batu kapur sudah tepat terdekomposisi. Pada suhu 950°C CaO yang terbentuk meningkat, hal ini dikarenakan batu kapur sudah melewati suhu dekomposisi dan katalis kalsium oksida sudah terbentuk (Thomas Andherson Sihombing, 2017). Pada tabel dapat dilihat bahwa CaO yang dihasilkan tidak konstan, hal ini terjadi karena waktu reaksi pada kalsinasi berpengaruh pada tinggi suhu yang digunakan. Menurut (Oko et al, 2017) semakin tinggi suhu yang digunakan maka waktu kalsinasi yang dibutuhkan semakin berkurang, begitu juga sebaliknya.

Pengaruh Suhu Kalsinasi terhadap Massa (gr) Sampel

Pengaruh suhu kalsinasi terhadap massa (gr) sampel dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengaruh Suhu Kalsinasi terhadap Massa (gr) Sampel

No.	Suhu (°C)	Waktu (Jam)	Massa Sampel (gr)
1		3	72,4
2	750	4	70,7
3		5	70,1
4		3	58,2
5	850	4	52,0
6		5	54,2
7		3	49,2
8	950	4	46,1
9		5	44,1

(Sumber: Laboratorium Satuan Operasi Polsri, 2023)

Pada Tabel diatas terlihat hubungan antara suhu kalsinasi dan massa sampel menurun, hal ini dikarenakan senyawa CaCO₃ melepaskan gas CO₂. Menurut (Zahara dkk, 2020) Pembentukan CaO dapat dilihat dari Perubahan berat sampel sebelum dan sesudah kalsinasi. Dari tabel tersebut, dapat diamati bahwa proses kalsinasi pada suhu 750°C, 850°C, dan 950° terjadi pengurangan serbuk sebelum dan sesudah kalsinasi dengan rata-rata penurunan sebesar 5,744 gram. Hasil ini hampir sama dengan penelitian oleh (Rahmad dkk, 2017) yaitu sebesar 8,534 gram. Menurut (Mahreni dan Sulistyawati, 2011) Perubahan berat sampel ini terjadi karena pengaruh suhu kalsinasi, jadi semakin tinggi suhu kalsinasi maka berat sampel semakin turun dan gas CO₂ yang dilepaskan semakin banyak.

Uji Mutu Biodiesel

Pengujian mutu biodiesel dilakukan dengan tujuan agar kemampuan selektivitas katalis yang dihasilkan dapat diketahui. Uji mutu biodiesel meliputi yield, titik nyala, densitas, dan viskositas yang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Uji Mutu Biodiesel

Sampel	Yield (%)	Densitas (gr/ml)	Viskositas (cSt)	Titik Nyala (°C)
Minyak Jelantah	84	0,86	4,00	89,7
SNI 7182:2015		0,850-0,890	2,3-6	Min 100

(Sumber: Laboratorium Satuan Operasi Polsri, 2023)

Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan oleh katalis telah memenuhi beberapa parameter standar SNI biodiesel. Menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2015) Katalis menunjukkan kemampuannya bahwa katalis dapat mengubah mutu dari minyak jelantah menjadi mutu biodiesel. Sehingga katalis CaO superbasa memiliki

fungsi selektivitas yang baik dengan terpenuhinya beberapa parameter SNI 7182 : 2015 biodiesel seperti yield, densitas, viskositas, dan titik nyala.

SIMPULAN

Suhu kalsinasi dan waktu kalsinasi terbaik dalam pembuatan katalis CaO superbasa yaitu pada suhu 950°C selama 4 jam, dimana intensitas CaO tertinggi yang dihasilkan sebesar 700-951 cps. Biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi beberapa parameter SNI 7182:2015, dimana katalis terbaik menghasilkan mutu biodiesel dengan densitas sebesar 0,86 gr/ml, viskositas 4,00 cst, titik nyala 89,7°C, dan *yield* sebesar 84%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, L. I. Aziz, S. Nurbayati, dan C.O. Oktaviana. 2020. Pembuatan biodiesel dengan cara adsorpsi dan transesterifikasi dari minyak goreng bekas. *Jurnal Kimia Valensi*. 2(1):71- 80.
- A. Fathmaulida, "Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pengolahan Batu Kapur di Desa Tamansari Kabupaten Karawang Tahun 2013", 2013.
- A. Zahara, B. G. Bhernama, M. R. Harahap, "PENGARUH SUHU KALSINASI TERHADAP SINTESIS KATALIS HETEROGEN CaO DARI CANGKANG TELUR," Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry,.
- D. M. Alonso, M. L. Granados, R. Mariscal and A. Douhail, "Surface Chemical Promotion of Ca Oxide Catalyst in Biodiesel Production Reaction by the Addition of Monoglycerides, Diglycerides, and Glycerol," *Journal Catalyst*. vo. 276, pp. 229-236, 2009.
- D. Y. C. Leung, X. Wu, dan M. K. H. Leung, "A review on biodiesel production using catalyzed transesterification," *Applied Energy*, vol. 87, pp. 1083–1095, 2010.
- E. Kurniawan, A. Asril, J. R. Ningsih, "Sintesis dan Karakterisasi Kalsium Oksida dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*)," *J.Chem.*, vol. 1, no. 2, pp. 50-54, 2019.
- I. Qoniah, "Penggunaan Cangkang Bekicot Sebagai Katalis untuk Reaksi Transesterifikasi Refined Palm Oil," *Prosiding Skripsi Jurusan Kimia. FMIP ITS Surabaya*, 2011.
- J. V. Gerpen, B. Shanks, R. Pruszko, D. Clements, and G. Knothe, *Biodiesel Production Technology*. (Golden, Ed.) Colorado: National Renewable Energy Laboratory 1617 Cole Boulevard, 2004.
- Kouzu, M.; Kasuno, T.; Tajika M.; Sugimoto Y.; Yamanaka S.; Hidaka J., Calcium oxide as a solid base catalyst for transesterification of soybean oil and its application to biodiesel production, *Fuel*, 2008, 87(12), 2798 – 2806.
- Mahreni and E. Sulistyawati, "Pemanfaatan Kulit Telur sebagai Katalis Biodiesel dari Minyak Sawit dan Metanol," *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang*, 2011.
- Mediadipoera dkk. 1990. *Cadangan Batu Kapur Indonesia*.
- M. Taufik, "Laporan Praktek Kerja Lapangan Pembangkit Listrik (Pltu) PT. Semen Tonasa," Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2014.
- Oko, Syarifudin dan Mohammad Feri. 2019. Pengembangan Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam dengan Impregnasi KOH Dan Aplikasinya Terhadap Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jarak. *Jurnal Teknologi*. Vol(11):2 103- 110.
- Rakhmad, N. Hindryawati, and Daniel, "PEMBUATAN KATALIS BASA HETEROGEN DARI BATU GAMPING (LIMESTONE) GUNUNG PUGER,". Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman.
- Sharma, Y. C., Singh, B. 2020. *Development of Biodiesel : Current Scenario*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol.582. pp. 1-6.
- T. A. Sihombing, "Pengaruh Suhu Dekomposisi Dan Konsentrasi Katalis Kalsium Oksida (CaO) Dari Cangkang Telur Ayam Terhadap Sintesis Biodiesel Dari Minyak Jelantah," *Skripsi. Fakultas Teknologi Industri. Universitas ITS:Surabaya*, 2017.

Usman Ediar, Bambang Priyambodo, Dedi Irawan, Inna Kurniati, and Eka Septiyadi. 2020. Buku Bauran Energi Nasional. Jakarta Selatan: Dewaan Energi Nasional.
W. A. Fanny, Subagjo, T. Prakoso, "Pengembangan Katalis Kalsium Oksida Untuk Sintesis Biodiesel," Jurnal Teknik Kimia Indonesia, Vol. 11, No. 2, pp. 66-73, 2012.