

Pembuatan Katalis $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ Bentuk Kristal dengan Metode Impregnasi Pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit

Nur Aisyah Febriana¹, Mustain Zamhari², Indah Purnamasari³

^{1,2,3} Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya

e-mail: nurfebriana07@gmail.com¹, mustain_z@polsri.ac.id²,
indah.purnamasari@polsri.ac.id³

Abstrak

NaOH dan KOH merupakan bahan yang sering digunakan sebagai katalis homogen dalam pembuatan biodiesel. Alumina (Al_2O_3) merupakan material keramik yang paling banyak penggunaannya sebagai support katalis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan pengaruh katalis $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Metode penelitian ini diawali dengan melakukan impregnasi katalis CaO ke dalam penyangga $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dan di karakterisasi, reaksi dilakukan pada temperatur (40 °C: 50 °C: dan 60 °C), dengan konsentrasi katalis (1%: 1,5%: 2%: 2,5%: dan 3%) Hasil karakterisasi dengan SEM, katalis berupa padatan yang menempel dan berbentuk gumpalan dengan besar pori antara 1,00 μm hingga 3,49 μm ; XRD, puncak tertinggi yaitu pada 914 cps, dengan nilai FWHM (*Full Width at Half Maximum*) 0,134°, pada $2\theta = 29,533^\circ$. Biodiesel pada penelitian ini memiliki persentase rendemen terbesar pada 81,8033% dengan nilai densitas 0,8674 gr/ml, dan nilai viskositasnya sebesar 2,8713 mm²/s. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI 7182:2015.

Kata kunci: *Biodiesel, impregnasi, katalis $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, transesterifikasi*

Abstract

NaOH and KOH are materials that are often used as homogeneous catalysts in making biodiesel. Alumina (Al_2O_3) is the ceramic material that is most widely used as a catalyst support. This research aims to determine the characteristics and influence of the catalyst $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. This research method begins by impregnating the CaO catalyst into $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ support and characterizing it. The reaction is carried out at temperatures (40 °C: 50 °C: and 60 °C), with a catalyst concentration of (1%: 1.5% : 2%: 2.5%: and 3%) The results of characterization using SEM show that the catalyst is a solid that sticks together and forms lumps with pore sizes between 1.00 μm to 3.49 μm ; XRD, the highest peak is at 914 cps, with a FWHM (Full Width at Half Maximum) value of 0.134°, at $2\theta = 29.533^\circ$. Biodiesel in this study had the largest yield percentage at 81.8033% with a density value of 0.8674 gr/ml, and a viscosity value of 2.8713 mm²/s. The results of this analysis show that the biodiesel produced meets SNI 7182:2015.

Keywords : *Biodiesel, impregnation, $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalyst, transesterification*

PENDAHULUAN

Transesterifikasi dengan alkohol merupakan proses pembuatan biodiesel yang merupakan bahan bakar alternatif pengganti diesel atau solar yang bisa dibuat dari minyak goreng bekas, lemak nabati dan juga lemak hewani yang dibatasi ke dalam metil ester (Putri dkk., 2012). Katalis homogen sering digunakan pada proses transesterifikasi, proses transesterifikasi dengan penggunaan katalis homogen yang berupa NaOH atau KOH mempunyai kekurangan seperti, terbentuknya produk lain yang dihasilkan seperti sabun, dan juga sulitnya memisahkan biodiesel yang dihasilkan dengan katalis yang digunakan.

Kekurangan tersebut dapat diselesaikan dengan cara mengganti pemakaian katalis homogen menjadi katalis heterogen, katalis ini mempunyai kelebihan tersendiri seperti proses pemisahan antara biodiesel dan katalis yang cukup mudah dibandingkan dengan menggunakan katalis alkali, dan biaya produksi biodiesel bisa lebih murah karena katalis dapat dimurnikan kembali sehingga bisa digunakan secara berulang (Julianti dkk., 2014) pemilihan katalis yang akan dipakai dapat dipertimbangkan dari segi fungsinya.

Metode yang biasanya digunakan untuk pengembangan dalam pembuatan katalis adalah dengan menggunakan metode impregnasi, impregnasi adalah metode yang sederhana dan lebih murah dibandingkan dengan metode sol-gel dan ko-presipitasi. Metode impregnasi dilakukan dengan merekatkan logam aktif kedalam suatu bahan penyangga dalam tahap preparasi katalisnya (Andi dan Wahyuni, 2021). Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui karakterisasi katalis $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ yang disintesis menggunakan metode impregnasi serta mengetahui pengaruh variasi penggunaan katalis dan suhu yang digunakan.

METODE

Dalam penelitian ini dipakai alat seperti *beaker glass*, desikator, timbangan elektrik, *magnetic stirrer*, *hot plate stirrer*, termometer, spatula, gelas ukur, labu ukur, oven, ayakan $\pm 200\text{-}325$ mesh, *furnace*, kertas saring *whatman* no. 42, corong pisah, kondensor, klem, statif, pipet tetes, corong kaca, mortar dan *pestle*. Adapun bahan yang dipakai dalam penelitian ini seperti cangkang kulit telur ayam, amonium karbonat, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, *aquadest*, minyak kelapa sawit, dan metanol.

Persiapan Bahan Baku Katalis

Menimbang kulit telur seberat 250 gram dicuci menggunakan air hingga bersih kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan temperatur 110 °C selama 24 jam, kemudian kulit telur dihancurkan hingga menjadi serbuk dan diayak menggunakan pengayak $\pm 200\text{-}325$ mesh, lalu mengkalsinasi serbuk cangkang kulit telur dengan temperatur 950 °C selama 2 jam.

Pembuatan CaO

Menimbang sebanyak 70 gram CaO dari hasil kalsinasi pertama, merendam dan mengaduk CaO dalam larutan amonium karbonat $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ dengan konsentrasi 0,69 g/ml dalam 100 ml, kemudian padatan dipisahkan dari larutan dengan kertas saring *whatman* no. 42, padatan tersebut kemudian dikeringkan dalam oven dengan temperatur 110 °C selama 24 jam atau sampai beratnya tidak berubah lagi, padatan yang sudah dikeringkan dikalsinasi dengan temperatur 900 °C selama 1,5 jam, kemudian menyimpan katalis yang dihasilkan didalam desikator.

Tahap Preparasi Katalis Dengan Metode Impregnasi Basah

Mereaksikan CaO dalam $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dengan perbandingan $\text{CaO}:\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (b/b) 1:3 yaitu 33,2 gram CaO : 99,6 gram $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dalam 500 ml aquades, reaksi dilakukan dengan suhu 40 °C dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 3 jam, kemudian mengeringkan katalis menggunakan oven pada temperatur 120 °C selama 12 jam, dan mengkalsinasi katalis pada temperatur 500 °C selama 3 jam, Hasil katalis tersebut kemudian dianalisa menggunakan metode SEM dan XRD.

Reaksi Transesterifikasi Menggunakan Katalis $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

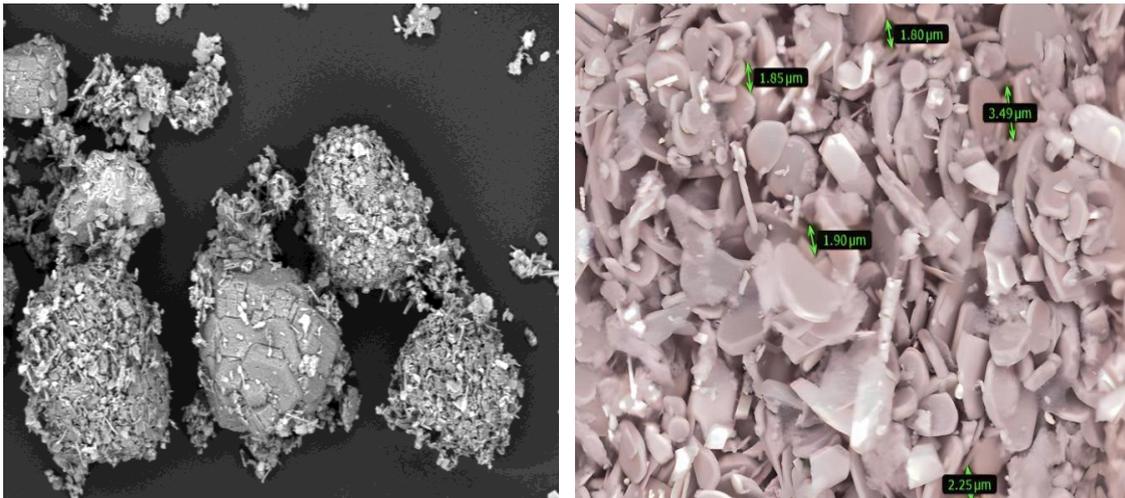
Menyiapkan minyak kelapa sawit sebanyak 100 ml dipanaskan hingga suhu 60 °C dan metanol sebanyak 300 ml disiapkan dalam wadah terpisah, mencampur larutan kedalam gelas kimia dan ditambahkan katalis $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ Penggunaan katalis dari 1%: 1,5%: 2%: 2,5%: dan 3% (b/b), kemudian diaduk selama 1 jam dan dipanaskan hingga mencapai temperatur yang diinginkan yaitu 40 °C: 50 °C: dan 60 °C, kemudian menyaring katalis yang di gunakan saat reaksi, dan produk di pisahkan dengan corong pisah dan diendapkan semalaman atau 24 jam untuk memisahkan hasil produk dan hasil samping berupa gliserol, produk yang didapat kemudian dianalisa dengan menggunakan analisis persentase rendemen, densitas, dan viskositas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Katalis $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ merupakan hasil dari penelitian ini yang akan diaplikasikan dalam proses transesterifikasi menggunakan minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO). Katalis yang dihasilkan mempunyai struktur fisik yang berupa padatan berwarna abu-abu, berbentuk serbuk, dan tidak berbau, untuk biodiesel produk yang dihasilkan memiliki struktur fisik seperti cairan berwarna kuning jernih, dan berbau menyengat.

Karakterisasi Katalis Menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Pengujian katalis $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dilakukan menggunakan metode SEM untuk mendapatkan bentuk struktur tiga dimensi dan ukuran pori dari katalis yang dihasilkan.

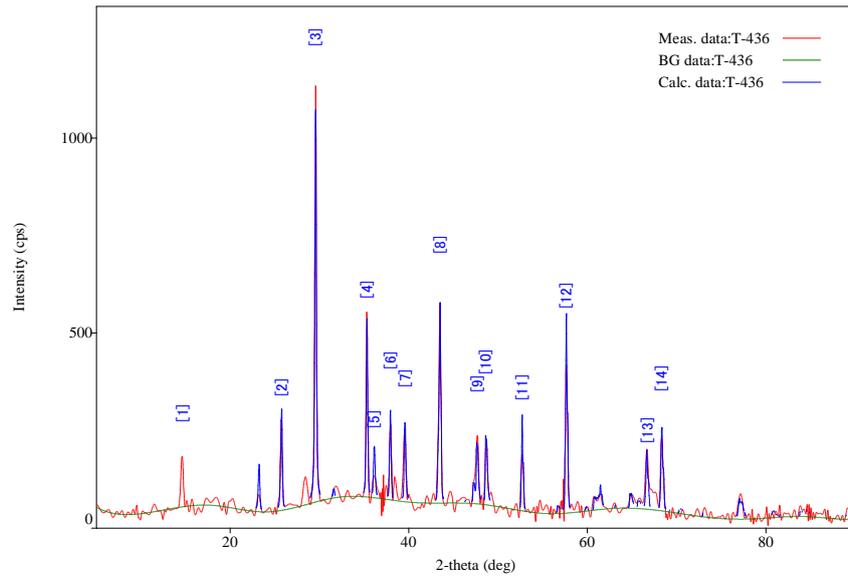


Gambar 1. Hasil Uji SEM Katalis $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dengan Pembesaran 1000x dan 5000x

Minyak (trigliserida) memiliki ukuran paling besar 1,5 nm dan paling kecil 12 μm . Oleh karena itu diameter pori katalis yang digunakan harus lebih kecil dari 12 μm agar minyak dapat tertahan pada katalis (Wenten, 2010). Pada gambar 1. dapat dilihat bahwa katalis berupa padatan yang saling menempel dan berbentuk gumpalan dengan rentang besar pori antara 1,00 μm hingga 3,49 μm , sehingga pada penelitian ini katalis yang digunakan dapat menahan minyak (trigliserida) dan membentuk biodiesel, dengan kata lain katalis ini dapat digunakan dalam pembuatan biodiesel.

Karakterisasi Katalis Menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*)

Pengujian katalis $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dilakukan menggunakan metode SEM untuk mendapatkan bentuk struktur tiga dimensi dan ukuran pori dari katalis yang dihasilkan. Ukuran kristal dari suatu padatan atau karakteristik struktur padatan dapat diketahui dengan menggunakan alat XRD. XRD akan memunculkan nilai puncak spesifik ketika suatu padatan mengandung kristal tertentu.



Gambar 2. Hasil XRD Dari Katalis CaO/ γ -Al₂O₃

Pada gambar 2. didapat hasil peak tertinggi pada nomor 3 yaitu 914 cps, dengan FWHM (*Full Width at Half Maximum*) 0.134°, pada $2\theta = 29.533^\circ$, peak terendah dapat dilihat pada nomor 13 yaitu 60 cps, dengan FWHM 0.98°, pada $2\theta = 66.56^\circ$ dengan ukuran kristal katalis sebesar 236,0 - 249,1 Angstrom.

Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit

Hasil karakterisasi biodiesel yang dihasilkan dari minyak kelapa sawit seperti persentase rendemen, massa jenis, dan viskositas dapat dilihat dalam tabel 1. dibawah ini :

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit

Suhu (°C)	Katalis (%)	Rendemen (%)	Analisa	
			Densitas (gr/ml)	Viskositas (mm ² /s)
40	1	78,4426	0,8621	3,3067
	1,5	80,6557	0,8647	3,0574
	2	76,5574	0,8621	3,0173
	2,5	73,8525	0,8621	2,7656
	3	69,5082	0,8621	3,1208
50	1	81,8033	0,8674	2,8713
	1,5	80,1639	0,8621	3,0195
	2	63,1967	0,8647	3,0498
	2,5	74,918	0,8647	2,9369
60	3	72,9508	0,8647	3,0973
	1	72,541	0,8674	2,8488
	1,5	66,8033	0,8727	3,056
	2	61,3934	0,8806	2,7299
	2,5	60,7377	0,8647	2,8315

3	59,2623	0,87	2,8518
SNI 7182:2015		0,85-0,89	2,3-6,0

Pengaruh Konsentrasi Katalis Dan Suhu Terhadap Persen Rendemen

Penggunaan katalis berlebihan menyebabkan penurunan persentase rendemen yang didapat pada produk biodiesel. Suhu yang digunakan juga memengaruhi jumlah persentase rendemen, semakin tinggi suhu maka akan meningkatkan jumlah tumbukan efektif dengan katalis yang dipakai sehingga rendemen biodiesel yang dihasilkan dapat ditingkatkan (Widyasanti, 2017). Pada penelitian ini suhu optimum pada pembuatan biodiesel terdapat pada suhu 50 °C dengan 1% jumlah katalis yang dipakai, karena pada temperatur yang tinggi (60 °C) dan jumlah katalis yang banyak dapat membuat terjadinya reaksi penyabunan sehingga menurunkan jumlah metil ester yang dihasilkan.

Pengaruh Konsentrasi Katalis Dan Suhu Terhadap Densitas Produk Biodiesel

Berdasarkan SNI No.7182 tahun 2015 mengenai standar biodiesel dengan *range* densitas atau massa jenis sebesar 0,85 - 0,89 gr/ml, pada penelitian ini didapat hasil densitas biodiesel dengan nilai 0,86 - 0,88 gr/ml. yang mana bisa di artikan bahwa hasil uji densitas atau massa jenis dalam penelitian ini telah memenuhi standar nasional Indonesia yang di tentukan.

Pengaruh Konsentrasi Katalis Dan Suhu Terhadap Viskositas Produk Biodiesel

Nilai viskositas dari seluruh sampel berkisar dari 2,7299 - 3,3067 mm²/s. Nilai viskositas terendah terlihat pada katalis 2 % dengan suhu 60 °C mendapatkan nilai sebesar 2,7299 mm²/s. Nilai viskositas tertinggi terdapat pada katalis 1 % dengan suhu 40 °C mendapatkan nilai sebesar 3,3067 mm²/s. Jika dibandingkan dengan standar nasional Indonesia mengenai biodiesel (2,3 - 6,0 mm²/s), hasil penelitian produk biodiesel yang telah diujikan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan sehingga penggunaan biodiesel dalam objek penelitian ini dapat menjadi alternatif bahan bakar solar.

SIMPULAN

Katalis berupa padatan yang saling menempel dan berbentuk gumpalan dengan rentang besar pori 1,00 µm hingga 3,49 µm, sehingga katalis ini dapat digunakan dalam pembuatan biodiesel. Pada Pengujian XRD didapat hasil puncak tertinggi yaitu pada 914 cps, dengan FWHM (*Full Width at Half Maximum*) 0.134°, pada 2θ = 29.533°, puncak terendah yaitu 60 cps, dengan FWHM 0.98°, pada 2θ = 66.56° dengan ukuran kristal katalis sebesar 236,0 - 249,1 Angstrom. Penggunaan katalis yang berlebihan dan suhu yang tinggi dapat menurunkan persentase rendemen yang didapat pada produk biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Alda, T. D., F. Muhammad, S. Budi, S. Andi, R. Rismawati, 2021, "Uji Aktifitas Katalis NaOH/Ni/gamma Al₂O₃ pada Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit", J.Chem. Process Engineering, voi. 6, no. 1, pp. 53-58
- Andi, Suryanto., Wahyuni. 2021. "Proses Produksi Katalis CaO/γ-Al₂O₃ Dengan Metode Impregnasi Dalam Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa". J. Industri Hasil Perkebunan Vol. 16 No. 2, pp. 1-8
- Daru, S. P., Salahudin, M. 2016. "Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa dengan Katalis NaOH Menggunakan Gelombang Mikro (Microwave) Secara Kontinyu", Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Ghazemi, M., dan Dehkordi, A. M. 2014. Transesterification of Waste Cooking Oil to Biodiesel Using KOH/gamma-Alumina Catalyst in a New TwoImpinging-Jets Reactor. Industrial and Engineering Chemistry Research. Vol. 53 pp. 12238-12248

- Hidayati, N., Ariyanto, T. S., & Septiawan, H. (2017). Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Katalis Kalsium Oksida. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 1–5
- Hikmah, Maharani Nurul., & Zuliyana. 2010. "Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi". Semarang: Universitas Diponegoro
- Hui, Y.H. 1996. "Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Industrial and Consumer Non Edible Products from Oils and Fats". New York: John Wiley & Sons
- Joelianingsih., Armansyah H. Tambunan., Hiroshi Nabetani., Yasuyuki Sagara., & Kamaruddin Abdullah. 2006. "Perkembangan Proses Pembuatan Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Nabati (BBN)". Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Julianti, N, K., T. K. Wardani, I. Gunardi, dan A. Roesyadi. 2014. "Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit RBD dengan Menggunakan Katalis Berpromotor Ganda Berpenyangga γ -Alumina ($\text{CaO/MgO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) dalam Reaktor Fluidized Bed". *J.Tek. Pomits*, vol. 3, no. 2, pp. 143–148
- Lihertinah. 2009. Sintesis nanokatalis $\text{Cu/Zn/Al}_2\text{O}_3$ dengan untuk mengubah metanol menjadi hidrogen. Tugas Akhir. Program Studi Fisika Institut Teknologi Bandung
- Oko, S., Feri, M. 2019. Pengembangan Katalis CaO Dari Cangkang Telur Ayam Dengan Impregnasi KOH Dan Aplikasinya Terhadap Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jarak. *Jurnal Teknologi Volume 11*
- Oko, S., Irmawati Syahrir. 2018. "Sintesis Biodiesel Dari Minyak Sawit Menggunakan Katalis CaO Superbasa Dari Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam". *jurtek*. Vol.10, no. 02, pp. 113-122
- Putri, E. M., Rachimoellah, M., N. Santoso., F. Pradana. 2012. "Biodiesel Production From Kapok Seed Oil (*Ceiba Pentandra*) Through The Transesterification Process by Using CaO as Catalyst". *Global Journal of Researches In Engineering*. Volume 12. Issue 2
- Rachim, S. A. G., Raya, I., & Zakir, M. 2017. Modifikasi Katalis CaO Untuk Produksi Biodiesel Dari Minyak Bekas. *Indo. J. Chem. Res.*, 2017, 5(1), 47-52
- Santoso, H., Kristianto, I., & Setyadi, A. (2013). Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Basa Heterogen Berbahan Dasar Kulit Telur. *Research Report – Engineering Science*, 8
- Wenten, I Gede. 2010. Review Proses Produksi Biodiesel Dengan Menggunakan Membran Reaktor. Bandung. Institut Teknologi Bandung
- Widyasanti, Asri. 2017. Pengaruh Suhu Dalam Proses Transesterifikasi Pada Pembuatan Biodiesel Kemiri Sunan (*Reautealis trisperma*). Sumedang. Universitas Padjajaran
- Yala. S. G. 2018. Sintesis Dan Karakterisasi $\text{KOH}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ Dengan Metode Impregnasi Basah, Hidrotermal, Dan Sonikasi Sebagai Katalis Pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit. Malang. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim