



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 4 Nomor 1 (2019)



SINTA Accreditation
Number 10/E/KPT/2019

Perbandingan Karakteristik Biodiesel Berbahan Baku Minyak Jelantah Hasil Proses Transesterifikasi Berkatalis NaOH, CaO Superbasa, dan Zeolit

(Comparison of Biodiesel Characteristics Made From Used Cooking Oil Results of Transesterification Process with NaOH, CaO superbase, and Zeolit as Catalyst)

Yoel Pasae^{*}), Lise Bulu, Brigita Ivonne

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 13 Makassar, 90241

Inti Sari

Salah satu faktor penentu keberhasilan dalam pengembangan proses produksi biodiesel adalah ketersediaan katalis yang mudah diperoleh dan harganya murah. Secara umum katalis yang paling banyak digunakan dalam proses transesterifikasi adalah NaOH, namun dalam beberapa tahun terakhir penelitian untuk memanfaatkan jenis katalis lainnya seperti zeolit, dan CaO superbasa juga telah dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik biodiesel yang diproduksi dari bahan baku minyak jelantah dengan menggunakan katalis NaOH, CaO superbasa, dan zeolit. Proses reaksi transesterifikasi dilangsungkan dalam reaktor gelas dengan tipe reaktor tangki berpengaduk pada suhu 65 °C, waktu reaksi 3 jam dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Karakteristik biodiesel yang diuji yaitu densitas, viskositas, dan angka asam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik biodiesel yang diperoleh dengan katalis NaOH, CaO superbasa, dan zeolit masing-masing adalah densitas (kg/m^3) 872; 914; dan 918, viskositas (mm^2/s) 2,93; 17,65; dan 17,34, angka asam (mg NaOH/g sampel) 0,56; 0,6; 0,6. Jika dibandingkan dengan karakteristik standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu densitas 850-890, viskositas 2,3-6,0 mm^2/s dan angka asam max 0,6, maka dapat disimpulkan bahwa hanya angka asam untuk biodiesel berkatalis CaO super basa dan biodiesel berkatalis zeolit yang tidak memenuhi standar SNI.

Kata Kunci: Biodiesel, NaOH, CaO *superbasa*, Zeolit, Minyak jelantah

Key Words : Biodiesel, NaOH, CaO superbase, zeolite, used cooking oil

Abstract

One of the key success factors in developing the biodiesel production process is the availability of catalysts that are easy to obtain and inexpensive. In general, the most widely used catalyst in the process of transesterification is NaOH, however in recent years research on utilizing other types of catalysts such as zeolite and CaO superbase has developed. This study aims to compare the characteristics of biodiesel produced from used cooking oil using catalysts of NaOH, CaO superbase, and zeolite. The process of transesterification reaction is carried out in a stirred type glass reactor at 65 °C,

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Phone Number

+62 852 5560 3559
+62 823 4988 0792

Corresponding Author

ypasae@ukipaulus.ac.id



Journal History

Paper received : 13 April 2019
Received in revised form : 15 Mei 2019
Accepted : 20 Mei 2019

reaction time of 3 hours with stirring speed of 200 rpm. The characteristics of the biodiesel tested were density, viscosity and acid number. The results showed that the characteristics of biodiesel obtained by catalyst NaOH, CaO superbase, and zeolite had density (kg / m^3) of 872; 914; and 918, respectively, viscosity (mm^2 / s) of 2.93; 17.65; and 17.34, respectively, and acid number ($\text{mg NaOH} / \text{g sample}$) of 0.56; 0.6; 0.6, respectively. When compared with the Indonesian National Standard (SNI) which set standards for density of 850-890 kg/m^3 viscosity of 2.3-6.0 mm^2/s and acid number max 0.6, it can be concluded that only the acid number for biodiesel result with CaO catalyst super base and zeolite which do not meet the SNI standard.

PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang diproduksi dengan reaksi transesterifikasi dan esterifikasi menggunakan bahan baku minyak tumbuhan atau lemak hewan yang direaksikan dengan alkohol rantai pendek seperti metanol atau etanol dengan bantuan katalis. Ketersediaan minyak nabati sebagai bahan baku utama dalam proses pembuatan biodiesel merupakan kunci keberhasilan industri biodiesel. Selama ini minyak nabati yang digunakan adalah minyak sawit, minyak kelapa, minyak kedele dan berbagai minyak pangan lainnya. Hal ini merupakan suatu kendala karena akan terjadi konflik dalam industri biodiesel dengan industri pangan. Oleh sebab itu perlu dikembangkan penggunaan minyak nabati non pangan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel (Pasae, Y., dkk. 2011)

Salah satu bahan baku yang potensial digunakan untuk produksi biodiesel adalah minyak jelantah. Minyak jelantah merupakan limbah sisa proses penggorengan rumah tangga dan industri kuliner yang ketersediaannya cukup besar khususnya di daerah perkotaan. Jika ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, sebagai akibat pemanasan yang berlebih terhadap minyak. Selain itu senyawa karsinogenik juga dapat berasal dari bahan pangan yang digoreng pada suhu yang sangat tinggi sehingga mengalami degradasi dan perubahan struktur molekul. Dengan demikian minyak jelantah tidak layak digunakan lagi sebagai minyak pangan, sehingga sangat berpotensi menjadi bahan baku biodiesel karena ketersediaannya dapat dijamin (PasaeY, dkk. 2019).

Kebutuhan lain dalam industri biodiesel yang harus dipastikan adalah ketersediaan katalis. Secara umum, katalis yang baik harus memenuhi beberapa syarat yaitu dapat menjadi katalis pada reaksi

transesterifikasi dan esterifikasi, tidak terdeaktivasi oleh air, stabil, aktif pada temperatur rendah, dan memiliki selektivitas tinggi. Efisiensi katalis bergantung pada beberapa faktor yaitu luas permukaan spesifik, ukuran pori, volume pori dan konsentrasi sisi aktif. (Refaat dkk, 2008)

Katalis yang umum digunakan adalah katalis homogen dan heterogen. Katalis homogen memiliki kekurangan dalam proses produksi karena katalis sulit dipisahkan dari produk reaksi, dan memicu pembentukan produk samping dalam bentuk sabun sehingga prosesnya tidak ekonomis (Pasae, Y., dkk. 2019). Namun demikian penggunaan katalis homogen seperti NaOH dan KOH masih lebih banyak digunakan dalam industri biodiesel dibandingkan dengan katalis heterogen seperti Zeolit dan CaO, oleh karena konversi reaksi transesterifikasi dengan menggunakan NaOH lebih tinggi dibandingkan dengan katalis heterogen. Keunggulan penggunaan katalis heterogen seperti zeolit dan CaO adalah ketersediaannya cukup besar di alam, tidak menimbulkan reaksi samping, mudah dipisahkan dari produk reaksi, dan dapat digunakan kembali setelah diaktivasi (Zuhra, dkk. (2015).

Pada prinsipnya, apapun bahan baku dan jenis katalis yang digunakan dalam proses produksi biodiesel, akhirnya yang menentukan performance produk biodiesel adalah karakteristiknya. Beberapa negara di dunia telah menetapkan standar karakteristik masing-masing yang harus dipenuhi seperti halnya Indonesia yang telah menetapkan Standar Nasional Indonesia untuk biodiesel yang mempersyaratkan batas minimum dan maksimum dari setiap karakteristik yang ditentukan.

Berdasarkan pada uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan karakteristik biodiesel hasil produksi dari minyak jelantah dengan tiga katalis berbeda yaitu NaOH, Zeolit dan CaO.

METODE PENELITIAN

Bahan baku berupa minyak jelantah yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari beberapa pedagang kuliner gorengan di Kota Makassar. Zeolit dan CaO yang digunakan sebagai katalis diperoleh dari toko bahan kimia di kota Makassar .

Penyiapan Katalis

- **CaO superbasa;** untuk mendapatkan katalis CaO superbasa, 12 gram CaO dicelupkan ke dalam larutan ammonium karbonat berkonsentrasi 0,12 g/mL, sebanyak 171,5 mL, diaduk selama 30 menit dan disaring. Padatan yang terkumpul, dipanaskan pada suhu 110°C, dan dikalsinasi pada temperatur 700°C selama 15 jam. Setelah dikalsinasi, padatan CaO dibiarkan mencapai suhu 250°C dan dimasukkan ke dalam desikator untuk mencegah terjadinya kontak antara permukaan katalis dengan uap air yang mengakibatkan menurunnya kekuatan basa katalis. (Pasae Y dkk, 2018)
- **Zeolit;** Aktivasi dilakukan dengan cara zeolit dimasukkan ke dalam botol, kemudian ditetesi dengan H₂SO₄, kemudian dihomogenkan selama 30 menit. Setelah itu, didiamkan selama 24 jam.
- **NaOH;** 3,47 g NaOH larutkan dengan metanol. Methanol yang digunakan untuk melarutkan, dihitung kemudian dikurangi dari kebutuhan methanol yang akan dipakai dalam reaksi.

Proses Reaksi Transesterifikasi

Minyak jelantah yang telah dimurnikan (angka asam kurang dari 2 %) sebanyak 378 mL dimasukkan kedalam reaktor kapasitas 1 L. Selanjutnya ditambahkan metanol dengan rasio 1:3 dari volume minyak dan katalis sebanyak 1% dari berat minyak untuk NaOH dan zeolit, sedangkan untuk CaO superbasa digunakan katalis sebanyak 2 % dari berat minyak. Reaksi dilangsungkan pada suhu 65 °C, dengan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 3 jam. Setelah reaksi berlangsung, produk dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama ±12 jam hingga terpisah membentuk lapisan biodiesel dan gliserol. Setelah proses pemisahan, selanjutnya biodiesel di cuci dengan menggunakan air pencuci dengan suhu 50 °C. Proses pencucian dilakukan

dengan cara campuran dihomogenkan dan didiamkan beberapa saat sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan air di bagian bawah dibuang dan pencucian diulang beberapa kali sampai metil ester netral. Setelah diperoleh biodiesel, selanjutnya dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110 °C selama 1 jam untuk menghilangkan kadar air yang masih tersisa. Biodiesel murni yang diperoleh selanjutnya dianalisa menggunakan prosedur standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia, untuk mengetahui karakteristik densitas, viskositas dan angka asam produk biodiesel. Prosedur tersebut di atas dilakukan sama untuk memproduksi biodiesel dengan tiga katalis berbeda yaitu NaOH, zeolit dan CaO superbasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan biodiesel minyak jelantah adalah proses reaksi transesterifikasi antara minyak jelantah dengan alkohol rantai pendek, sehingga disebut juga proses alkoholisis. Transesterifikasi merupakan suatu proses penggantian suatu gugus ester (trigliserida) dengan ester lain atau mengubah asam-asam lemak ke dalam bentuk ester sehingga menghasilkan alkyl ester. Proses alkoholisis ini merupakan reaksi yang biasanya berjalan lambat namun dapat dipercepat dengan bantuan suatu katalis. Katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah NaOH, zeolit dan CaO superbasa.

Sebagaimana diungkapkan pada bagian latar belakang bahwa minyak jelantah adalah minyak goreng bekas yang telah mengalami reaksi kompleks akibat pemanasan yang berulang-ulang pada suhu tinggi dan mengakibatkan ikatan asam lemak tak jenuh berubah menjadi jenuh, sehingga memungkinkan terjadinya kenaikan kandungan asam lemak bebas. Oleh sebab itu sebelum proses reaksi dimulai, maka mula-mula dilakukan pengukuran kandungan asam lemak bebas (% FFA). Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan diperoleh %FFA dari minyak jelantah yaitu 1,19%. Dengan demikian bahan baku minyak jelantah langsung dapat digunakan untuk proses reaksi transesterifikasi menurut prosedur yang telah ditetapkan pada bahagian metode penelitian.

Tabel 1 menunjukkan perolehan biodiesel, gliserol dan karakteristik masing-masing biodiesel dari hasil reaksi katalis yang berbeda.

Berdasarkan data pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa perolehan rata-rata biodiesel tertinggi dihasilkan dari reaksi transesterifikasi yang menggunakan katalis zeolit yakni 86,77% disusul oleh katalis NaOH sebesar 81,87 % dan CaO superbasa 46,16 %. Sedangkan perolehan rata-rata gliserol sebagai hasil samping terbesar diperoleh pada reaksi transesterifikasi yang menggunakan katalis CaO superbasa yaitu 28,01 % disusul oleh katalis NaOH sebesar 27,51% dan katalis zeolit sebesar 14,14 %. Tingginya perolehan biodiesel pada proses reaksi yang menggunakan zeolit dibandingkan dengan proses reaksi yang menggunakan NaOH membuktikan bahwa pada proses reaksi berkatalis NaOH juga terjadi reaksi samping yakni saponifikasi yang menghasilkan sabun. Pernyataan ini diperkuat oleh hasil penelitian beberapa peneliti terdahulu diantaranya Atadashi, I.M., dkk (2013), Sharma, Y.C. dkk (2008), dan Gerpen, J.V., dkk (2004). Sedangkan pada penggunaan katalis CaO superbasa perolehan rata-rata biodiesel lebih rendah dari kedua katalis lainnya menunjukkan bahwa reaktifitas katalis CaO superbasa lebih rendah dari pada reaktifitas katalis NaOH dan zeolit, Nurhayati, dkk (2014)

Hasil uji densitas biodiesel sebagaimana disajikan pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa densitas produk biodiesel dengan menggunakan katalis NaOH run 1 = 872 kg/m³, run 2 = 884 kg/m³, katalis CaO *superbasa* run 1 = 917,6 kg/m³, run 2 = 911,6 kg/m³, katalis zeolite run 1 = 905,6 kg/m³, run 2 = 932 kg/m³. Jika nilai densitas yang diperoleh dari hasil uji tersebut dibandingkan dengan nilai standar yang ditetapkan oleh SNI yaitu 850-890 kg/m³ (SNI-04-7182-2015), maka disimpulkan bahwa densitas biodiesel minyak jelantah yang diperoleh dari reaksi yang menggunakan NaOH, zeolit dan CaO superbasa sebagai katalis, memenuhi standar SNI.

Selanjutnya hasil uji viskositas biodiesel sebagaimana disajikan pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa viskositas produk biodiesel dengan bantuan katalis NaOH run 1 = 3,01 mm²/s, run 2 = 2,85 mm²/s, katalis CaO *superbasa* run 1 = 19,26 mm²/s, run 2 = 15,71 mm²/s, katalis zeolite run 1 = 15,36

mm²/s, run 2 = 19,33 mm²/s. Dibandingkan dengan standar mutu viskositas biodiesel berdasarkan SNI yaitu 2,3-6,0 mm²/s (SNI-04-7182-2015), bisa disimpulkan bahwa yang yang memenuhi standar SNI yaitu biodiesel berkatalis NaOH. Viskositas minyak jelantah yang digunakan dalam penelitian ini adalah 35,15 mm²/s. Penurunan nilai viskositas pada reaksi yang menggunakan NaOH sebagai katalis adalah sebesar 91,43 % dari nilai viskositas mula-mula. Dengan demikian NaOH sangat efektif dalam menurunkan viskositas, hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Andalia, W dan Pratiwi I, (2018), dan Hadiah F, dkk (2011) Namun demikian viskositas biodiesel hasil transesterifikasi menggunakan katalis CaO *superbasa* dan zeolite nilainya sudah turun dibandingkan dengan viskositas minyak jelantah sebagai bahan baku, namun belum memenuhi standar mutu biodiesel menurut SNI. Pernyataan yang sama juga dikemukakan oleh Fanny, A.W. dkk, (2012)

Hasil uji bilangan asam biodiesel sebagaimana juga disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa bilangan asam produk biodiesel dengan menggunakan katalis NaOH run 1 = 0,56 mg NaOH/g biodiesel, run 2 = 0,56 mg NaOH/g biodiesel, katalis CaO *superbasa* run 1 = 0,48 mg NaOH/g biodiesel, run 2 = 0,72 mg NaOH/g biodiesel, katalis zeolite run 1 = 0,64 mg NaOH/g biodiesel, run 2 = 0,64 mg NaOH/g biodiesel. Dibandingkan dengan standar mutu angka asam biodiesel menurut SNI sebesar 0,6 mg NaOH/g biodiesel, maka dapat disimpulkan bahwa yang memenuhi syarat mutu yaitu biodiesel hasil reaksi berkatalis NaOH dan biodiesel hasil reaksi berkatalis CaO *superbasa*.

KESIMPULAN

Perolehan biodiesel dari reaksi transesterifikasi menggunakan katalis zeolit lebih tinggi, disusul oleh hasil reaksi berkatalis NaOH dan CaO superbasa. Karakteristik biodiesel yang diperoleh dengan katalis NaOH, CaO superbasa, dan zeolit masing-masing adalah densitas (kg/m³) 872; 914; dan 918, viskositas (mm²/s) 2,93; 17,65; dan 17,34, angka asam (mg NaOH/g sampel) 0,56; 0,6; 0,6. Jika dibandingkan dengan karakteristik standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu densitas 850-890, viskositas 2,3-6,0 mm²/s dan angka asam max 0,6, maka dapat

disimpulkan bahwa hanya angka asam untuk biodiesel berkatalis CaO super basa dan biodiesel berkatalis zeolit yang tidak memenuhi standar nasional indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, serta Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah IX, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membantu pendanaan penelitian ini melalui Skim Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Andalia, W dan Pratiwi I. (2018). Kinerja Katalis NaOH dan KOH ditinjau dari Kualitas Produk Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas, *Jurnal Tekno Global* Vol. 7 (2): 66-73.
- Atadashi, I.M., Aroua, M.K., Aziz, A.R.A., and Sulaiman, N.M.N. (2013). The effect of Catalyst in Biodiesel Production,: A Review, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. Vol. 19 (1): 14-26.
- Fanny W.A., Subagjo, dan Prakoso, T. (2012). Pengembangan Katalis Kalsium Oksida Untuk Sintesis Biodiesel, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol. 11(2): 66-73.
- Gerpen J.V., Shanks B., Pruszko R., Clements D., and Knothe G. (2004). Biodiesel Production Technology. National Renewable Energy Laboratory: Cole Boulevard, Golden, Colorado.
- Hadih F. , Alfernando O., dan Sumbarin Y. (2011). Pengaruh Jumlah Katalis Dan Temperatur Terhadap Kuantitas Dan Kualitas Biodiesel Dari Biji Jarak Pagar Dengan Metode Ester- Transesterifikasi Insitu, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* Vol. 17 (6): 20-27.
- Nurhayati, Mukhtar, A., Gapur, A. (2014). Transesterifikasi Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Katalis Heterogen CaO Dari Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Kalsinasi 900°C, *Ind.Che.Acta* Vol. 5 (1).
- Pasae, Y. Noor Jalaluddin, Tjodi Harlim and Pirman. (2011). Production of Methyl Ester and Isopropyl Esther from Kepoh Oil as Intermediate Product Biodiesel Additive, *Journal of Plantation Based Industry*. 5(2): 98-103.
- Pasae Y., Leste J., Bulo L., Tandisen T., and Tikupadang, K. (2019). Biodiesel Production From Waste Cooking Oil With Catalysts From Clamshell, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 14 (3): 596-599.
- Refaat, A.A., N.K. Attia, H.A. Sibak, S.T. El Ehelawy, and G.I El Diwani. (2008). Production Optimazation and Quality assement of Biodiesel from Waste Vegetables Oil, *Int. J. Environ. Sci. Tech*, Vol. 5(1): 75 – 82.
- Sharma, Y.C., Singh, B., and Upadhyay, S.N., (2008). Advancements in development and characterization of biodiesel: A review, *Fuel* 87 (2008) 2355–2373.
- Zuhra, Husin, H., Hasita, F., dan Rinaldi, W. (2015). Preparasi Katalis Abu Kulit Kerang Untuk Transesterifikasi Minyak Nyamplung Menjadi Biodiesel, *AGRITECH*, Vol. 35 (1): 69-77.

Tabel 1 Perolehan biodiesel dan hasil pengujian karekteristiknya.

Katalis (g)	Run	Minyak (mL)	Metanol (mL)	Biodiesel (mL)	Gliserol (mL)	Densitas (kg/m ³)	Viskositas (mm ² /s)	Angka asam (mg NaOH/g sampel)
NaOH	I	378	125	300	94,5	872	3,01	0,56
	II	378	125	319	113,5	884	2,85	0,56
CaO <i>superbasa</i>	I	378	125	178	102	917,6	19,26	0,48
	II	378	125	171	109,8	911,6	15,71	0,72
Zeolit	I	378	125	335	51	905,6	15,36	0,64
	II	378	125	321	56	932	19,33	0,64
SNI						850-890	2,3-6,0	Max 0,6