

STUDI PENGGUNAAN KATALIS CaO-NaOH PADA PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH

Titik Susanti, Mas'udah, Sandra Santosa

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
titikusanti838@gmail.com; [masudah@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Berbagai macam penelitian pembuatan biodiesel telah banyak dilakukan, mulai dari penggunaan berbagai macam jenis tanaman biji-bijian, katalis, metode reaksi dan sebagainya. Selama ini sebagian besar penelitian menggunakan minyak sawit sebagai bahan baku biodiesel, dimana penggunaan bahan ini menimbulkan konflik karena merupakan bahan pangan. Oleh karena itu, pemanfaatan minyak jelantah yang merupakan limbah penggunaan minyak sawit dipilih sebagai alternatif bahan baku biodiesel. Penggunaan katalis homogen seperti NaOH, selama ini menghasilkan biodiesel dengan nilai yield yang tinggi dibanding katalis heterogen. Akan tetapi, penggunaan katalis homogen sering menimbulkan reaksi saponifikasi yang mengganggu proses konversi biodiesel. Oleh karena itu, pengkombinasian antara katalis homogen dan heterogen dilakukan untuk memecahkan masalah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggunaan katalis CaO-NaOH terhadap yield, densitas dan viskositas produksi biodiesel dari minyak jelantah. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah proses transesterifikasi dengan variasi suhu reaksi yaitu 60°C, 65°C dan 70°C, serta persentase jumlah katalis CaO-NaOH yang ditambahkan sebesar 1%, 2% dan 3% dari berat minyak dengan perbandingan CaO:NaOH 1:1. Untuk rasio mol minyak dan metanol yang digunakan adalah 1:6. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan campuran katalis CaO-NaOH berpengaruh terhadap beberapa parameter biodiesel yang diuji. Parameter terbaik yang hampir mendekati standar kualitas biodiesel didapatkan pada variabel suhu reaksi 65°C dan persentase jumlah katalis CaO-NaOH sebesar 1% dari berat minyak dimana nilai yield biodiesel sebesar 85%, densitas 0,857 g/ml, viskositas 0,65 cst.

Kata kunci: Biodiesel, Katalis CaO-NaOH, Minyak Jelantah, Transesterifikasi

ABSTRACT

Various kinds of research on biodiesel production have been carried out, such as using many kinds of grain crops, catalysts, reaction methods, etc. So far, most research uses palm oil as raw material for biodiesel, where the use of this material causes conflicts because it is a consumption commodity. Therefore, the use of waste cooking oil is chosen as an alternative raw material for biodiesel. The use of homogeneous catalysts, such as NaOH, can produce biodiesel with a high yield value compared to heterogeneous catalysts. However, these homogeneous catalysts often cause saponification reactions that interfere with biodiesel conversion. Therefore, combining homogeneous and heterogeneous catalysts was carried out to solve this problem. This study aims to study the effect of CaO-NaOH catalysts' application on yield, density, and viscosity of biodiesel production from waste cooking oil. The method used in this research is the transesterification process with temperature variations of 60°C, 65°C, and 70°C, and the percentage of CaO-NaOH catalyst added by 1%, 2%, and 3% of the oil weight with the ratio of CaO:NaOH 1:1. The mol ratio of oil and methanol used is 1:6. From the results of this study, the use of a mixture of CaO-NaOH catalysts affects several biodiesel parameters being tested. The best parameters that are close to the biodiesel quality standard obtained at the reaction temperature variable of 65°C and the amount of CaO-NaOH catalyst is 1% by weight of oil where the biodiesel yield is 85%, density 0.857 g / ml, viscosity of 0.65 cst.

Keywords: Biodiesel, CaO-NaOH Catalyst, Transesterification, Waste Cooking Oil

1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan biodiesel di Indonesia sedang gencar digalakkan oleh pemerintah. Hal ini didukung oleh adanya kebijakan B30 dimana bahan bakar campuran 70 persen solar dan 30 persen biodiesel berlaku bagi seluruh pengguna bahan bakar solar. Dengan demikian, kapasitas produksi biodiesel harus ditingkatkan untuk mencapai target tersebut. Berdasarkan data Kementerian ESDM per November 2021, total biodiesel yang tersalurkan terkait kebijakan B30 sudah mencapai 8,08 juta kiloliter (KL) [1].

Peningkatan kebutuhan akan biodiesel mendorong terciptanya alternatif-alternatif dalam proses pembuatan biodiesel. Beberapa penelitian pembuatan biodiesel dari berbagai macam jenis tanaman dan biji-bijian telah banyak dilakukan. Bahan baku dalam pembuatan biodiesel dapat berupa kedelai, kacang tanah, bunga matahari, jagung, kelapa, sawit dan beberapa jenis tumbuhan lainnya [2]. Di Indonesia, peluang penggunaan minyak sawit sebagai bahan baku biodiesel terbuka lebar, mengingat Indonesia merupakan salah satu negara terbesar penghasil CPO (*Crude Palm Oil*). Akan tetapi, penggunaan minyak sawit dalam pembuatan biodiesel akan menimbulkan konflik dimana minyak sawit merupakan salah satu bahan pangan. Oleh karena itu, minyak goreng bekas (minyak jelantah) merupakan solusi sebagai alternatif bahan baku pembuatan biodiesel. Potensi penggunaan minyak jelantah sendiri juga terbuka sangat lebar, dimana Indonesia mampu menghasilkan 157 juta liter minyak jelantah dari restoran, hotel, dan sekolah [3]. Selain itu, berbagai studi tentang penggunaan katalis pada pembuatan biodiesel juga telah dilakukan. Pada umumnya, katalis yang digunakan merupakan katalis homogen seperti NaOH karena mempunyai aktivitas katalitik yang tinggi sehingga dapat menghasilkan konversi dan yield yang tinggi. Akan tetapi dalam proses pemurniannya, penggunaan katalis NaOH sulit dipisahkan [4]. Disisi lain, penggunaan katalis heterogen kurang begitu efektif karena memiliki aktivitas katalitik yang lebih rendah dibanding katalis NaOH. Oleh karena itu, alternatif lain dalam penggunaan katalis ini yaitu dengan mengkombinasikan antara katalis homogen NaOH dengan katalis CaO.

Proses pembuatan biodiesel menggunakan katalis CaO-NaOH telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Karfika A (2019) proses pembuatan biodiesel dilakukan dengan mereaksikan 50 gram minyak sawit *off grades* yang sudah di esterifikasi dengan metanol sebanyak 6 : 1 rasio molar minyak dan katalis CaO-NaOH sebanyak 6% wt minyak yang diperoleh dari cangkang telur. Biodiesel yang diperoleh memiliki densitas 858 kg/m³ dengan viskositas sebesar 4,73 mm²/s dan yield 79,08% [5]. Peneliti Prasetya C. E. P dan Edy S (2020) melakukan sintesis biodiesel dengan mereaksikan minyak sawit dengan variasi jumlah metanol dan katalis pada suhu 55 dan 65°C. Hasil terbaik diperoleh dengan penggunaan metanol sebanyak 50% dan katalis 3% dari berat minyak, dengan densitas biodiesel yang diperoleh sebesar 838 kg/m³, viskositas 4,01 mm²/s dan yield sebesar 89,98% [6]. Pada tahun 2021, Syarifuddin Oko, dkk melakukan sintesis biodiesel dengan mereaksikan minyak kedelai dengan metanol sebanyak 12 : 1 rasio molar dari minyak dan katalis CaO-NaOH sebesar 1% wt minyak pada suhu 60-65°C selama 3 jam. Biodiesel yang diperoleh memiliki densitas sebesar 889 kg/m³ dan viskositas sebesar 3,5208 cst [7].

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwa sebagian besar penelitian sebelumnya menggunakan bahan baku minyak sawit, dan minyak kedelai dalam proses pembuatan biodiesel dengan katalis CaO-NaOH, dimana bahan baku tersebut kurang ekonomis. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan studi pengaruh penggunaan katalis

CaO-NaOH terhadap yield, densitas dan viskositas produksi biodiesel dari minyak jelantah. Pada proses transesterifikasi dilakukan variasi suhu reaksi dan persentase jumlah katalis CaO-NaOH yang ditambahkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif pembuatan biodiesel skala laboratorium (Experimental Laboratory). Pada penelitian ini, proses transesterifikasi dilakukan dengan variasi suhu reaksi yaitu 60°C, 65°C dan 70°C, serta persentase jumlah katalis CaO-NaOH yang ditambahkan sebesar 1%, 2% dan 3% dari berat minyak dengan perbandingan CaO : NaOH 1:1. Untuk rasio mol minyak dan metanol yang digunakan adalah 1:6. Proses transesterifikasi diawali dengan menimbang 50 ml minyak jelantah dalam labu leher tiga, kemudian dipanaskan pada water bath hingga suhu 40°C. Sementara itu, larutan metanol dicampur dengan katalis CaO-NaOH untuk membentuk larutan metoksida. Larutan metoksida kemudian ditambahkan ke dalam minyak jelantah yang sudah dipanaskan sebelumnya. Reaksi dikondisikan sesuai variabel suhu yang telah ditetapkan selama 60 menit sambil dilakukan pengadukan dengan motor pengaduk. Hasil campuran dimasukkan ke dalam corong pisah sampai terbentuk dua lapisan (biodiesel dan gliserol) dan didiamkan selama 24 jam. Lapisan biodiesel kemudian dipisahkan dari lapisan gliserol. Lapisan biodiesel kemudian ditambahkan aquades suhu 80-100°C untuk dilakukan pencucian. Proses pencucian dilakukan hingga air hasil pencucian biodiesel berwarna jernih. Setelah itu biodiesel hasil pencucian dipanaskan pada suhu 110°C untuk menghilangkan sisa air dan metanol dalam biodiesel. Produk biodiesel kemudian dilakukan uji densitas, viskositas, dan yield.

Karena keterbatasan akibat pandemi, uji densitas dilakukan secara sederhana dengan menimbang massa biodiesel dengan volume tertentu pada suatu wadah kosong kemudian dihitung densitasnya menggunakan persamaan massa dibagi volume.

Uji viskositas dilakukan menggunakan hukum stokes. Biodiesel dimasukkan ke dalam gelas ukur dan diukur ketinggiannya. Kelereng yang sudah di ukur massa, diameter dan densitasnya kemudian dijatuhkan ke dalam gelas ukur yang berisi biodiesel. Kecepatan bola jatuh dari permukaan biodiesel sampai ke dasar gelas kemudian dicatat. Perhitungan viskositas kemudian dilakukan menggunakan persamaan (1) berikut.

$$\text{Viskositas} = \frac{2 r^2 (\rho_1 - \rho_2) g}{9 \nu} \quad (1)$$

dimana nilai r merupakan jari-jari kelereng, ρ_1 merupakan densitas kelereng, ρ_2 merupakan densitas biodiesel, g merupakan percepatan gravitasi, dan ν merupakan kecepatan bola (kelereng).

Analisa persen yield dilakukan dengan perhitungan perbandingan massa produk biodiesel dibagi massa reaktan (minyak jelantah).

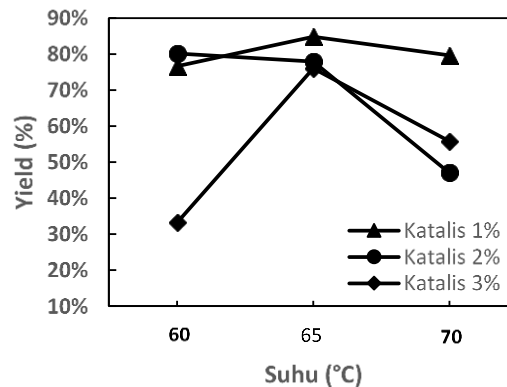
Tabel 1. Standar biodiesel menurut SNI 7182:2015 [8]

Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
Massa jenis pada 40 °C	Kg/m ³	850-890
Viskositas kinematik pada 40 °C	Mm ² /s (cSt)	2,3-6,0
Angka Asam	Mg-KOH/g, maks	0,5

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Suhu Reaksi dan Persentase Jumlah Katalis CaO-NaOH terhadap Yield Biodiesel

Pada reaksi transesterifikasi, katalis berfungsi untuk mengurangi energi aktivasi dalam suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar. Pengaruh suhu dan persentase jumlah katalis terhadap yield biodiesel ditunjukkan pada Gambar 2. berikut ini.



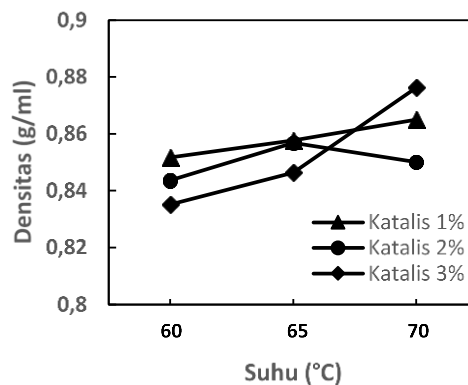
Gambar 2. Pengaruh suhu reaksi dan jumlah katalis terhadap yield biodiesel

Gambar 2. menunjukkan nilai yield biodiesel akan cenderung menurun dengan adanya penambahan katalis dalam jumlah banyak. Jika jumlah katalis yang ditambahkan terlalu banyak akan mendorong terbentuknya sabun, sehingga yield yang diperoleh cenderung rendah [7]. Akan tetapi jika katalis yang ditambahkan terlalu sedikit nilai yield biodiesel akan rendah karena proses transesterifikasi berjalan lambat dan membutuhkan waktu reaksi yang lama. Sehingga penambahan jumlah katalis pada proses pembuatan biodiesel harus sesuai.

Berdasarkan Gambar 2. dapat diketahui bahwa dengan adanya peningkatan suhu hingga 70°C, maka yield biodiesel yang diperoleh tergolong rendah. Hal ini dapat disebabkan karena proses transesterifikasi telah mencapai kondisi optimum pada suhu reaksi 65°C. Hal ini telah sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Luchis Rubianto, dkk dimana melakukan reaksi transesterifikasi minyak jelantah menggunakan katalis KOH sebesar 1,5% dan didapat suhu optimum reaksi pada 65°C [2]. Dalam proses pembuatan biodiesel semakin tinggi suhu reaksi maka yield yang dihasilkan akan meningkat. Hal ini disebabkan karena pada suhu yang tinggi, molekul-molekul reaktan akan bergerak dan saling bertumbukan sehingga makin mudah bereaksi membentuk ester asam lemak. Semakin tinggi suhu operasi, maka makin besar konstanta kecepatan reaksi dan semakin cepat laju reaksinya [9]. Akan tetapi jika dalam reaksi sudah mencapai suhu optimum, maka dengan peningkatan suhu akan menurunkan produk yang dihasilkan [6]. Dari penelitian yang telah dilakukan hasil terbaik diperoleh dengan penambahan katalis sebesar 1% dengan suhu 65°C dengan nilai yield sebesar 85%.

3.2 Pengaruh Suhu Reaksi dan Persentase Jumlah Katalis CaO-NaOH terhadap Densitas Biodiesel

Pengaruh suhu dan persentase jumlah katalis terhadap densitas biodiesel ditunjukkan pada Gambar 3. berikut ini.

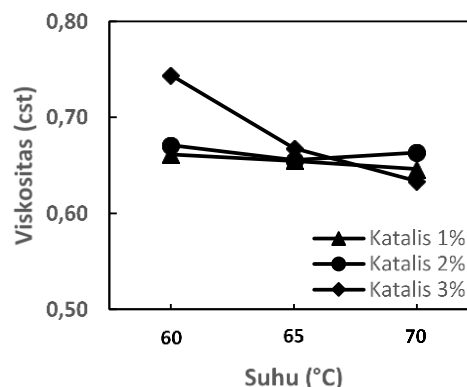


Gambar 3. Pengaruh suhu reaksi dan jumlah katalis terhadap densitas biodiesel

Berdasarkan Gambar 3. dapat diketahui bahwa nilai densitas biodiesel cenderung fluktuatif dengan adanya peningkatan jumlah katalis CaO-NaOH yang ditambahkan. Pada Gambar 3. juga dapat diketahui bahwa nilai densitas biodiesel yang diperoleh pada penambahan katalis 1% memiliki kecenderungan meningkat dan fluktuatif pada penambahan katalis 2% dan 3%. Hal ini berbeda dengan teori dimana dengan adanya peningkatan suhu, maka nilai densitas biodiesel akan semakin rendah akibat terpecahnya trigliserida menjadi tiga ester asam lemak yang dapat menurunkan nilai densitas biodiesel [10]. Adanya penyimpangan ini dapat disebabkan karena dimungkinkan adanya zat pengotor yang masih terdapat pada biodiesel sehingga mengakibatkan besarnya nilai densitas yang diperoleh. Dari keseluruhan data yang diperoleh pada Gambar 3. dapat diketahui bahwa nilai densitas yang diperoleh sesuai standar SNI yaitu berkisar 0,85 s/d 0,89 g/ml.

3.3 Pengaruh Suhu Reaksi dan Persentase Katalis CaO-NaOH terhadap Viskositas Biodiesel

Pengaruh suhu dan persentase jumlah katalis terhadap viskositas biodiesel ditunjukkan pada Gambar 4. berikut ini.



Gambar 4. Pengaruh suhu reaksi dan jumlah katalis terhadap viskositas biodiesel

Berdasarkan Gambar 4. dapat diketahui bahwa nilai viskositas biodiesel yang diperoleh cenderung naik dengan adanya peningkatan jumlah katalis yang ditambahkan, dan cenderung turun dengan adanya peningkatan suhu reaksi. Adanya peningkatan nilai

viskositas sebanding dengan peningkatan nilai densitas, dimana semakin besar nilai densitas suatu larutan, maka viskositas dari larutan tersebut akan besar (larutan kental). Dari Gambar 4. pula dapat diketahui bahwa rata-rata nilai viskositas dari produk biodiesel masih berkisar 0,63 s/d 0,67 cst, dimana nilai ini masih jauh dibawah nilai SNI yang berkisar 2,3 s/d 6 cSt. Hal ini dapat disebabkan karena biodiesel yang diperoleh masih mengandung banyak sisa air hasil pencucian.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam proses pembuatan biodiesel, penggunaan campuran katalis CaO-NaOH berpengaruh terhadap nilai yield, densitas dan viskositas biodiesel yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian, penambahan persentase jumlah katalis harus sesuai. Jika jumlah katalis yang ditambahkan terlalu banyak, maka akan mendorong reaksi saponifikasi dimana akan menurunkan yield biodiesel. Akan tetapi, jika jumlah katalis yang ditambahkan terlalu sedikit reaksi akan berjalan lambat dan membutuhkan waktu yang lama. Selain itu, semakin tinggi suhu reaksi maka yield biodiesel yang dihasilkan akan meningkat, akan tetapi jika dalam reaksi sudah mencapai suhu optimum, maka dengan peningkatan suhu akan menurunkan produk yang dihasilkan. Nilai yield biodiesel tertinggi diperoleh pada variabel suhu 65°C dan penambahan katalis 1% dari berat minyak dengan nilai yield 85%, densitas 0,857 g/ml, viskositas 0,65 cst.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan analisis melalui *Gas Chromatography* (GC) untuk memastikan kandungan biodiesel. Selain itu, disarankan juga untuk melakukan uji parameter biodiesel lainnya seperti angka oktan, *flash point* dan nilai kalor untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan katalis CaO-NaOH dalam produksi biodiesel.

REFERENS

- [1] H. EBTKE, "Penetapan Alokasi Tambahan Biodiesel Untuk Tahun 2021 Dan Alokasi Biodiesel Tahun 2022," *ebtke.esdm.go.id*, 2021. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/11/30/3022/penetapan.alokasi.tambahan.biodiesel.untuk.tahun.2021.dan.alokasi.biodiesel.untuk.tahun.2022>. (diakses Jan. 06, 2022).
- [2] L. Rubianto, "Waste Frying Oil as Source of Alternative Energy," *Research Inventy: International Journal Of Engineering And Science*, vol. 2, no. 8, pp. 28–32, 2013.
- [3] Databoks, "Potensi Bahan Baku Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas," *databoks.katadata.co.id*, 2020. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/04/21/potensi-bahan-baku-biodiesel-dari-minyak-goreng-bekas> (diakses Dec. 05, 2021).
- [4] H. Santoso, I. Kristianto, dan A. Setyadi, "Making Biodiesel Using Heterogeneous Base Catalyst Made From Eggshell," *Disusun Oleh Herry Santoso, ST, MTM, PhD Ivan Kristianto Aris Setyadi Lemb. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy. Univ. Katolik Prahayangan*, pp. 1–29, 2013.
- [5] K. A. Hawa, Z. Helwani, dan A. Amri, "Synthesis of Heterogeneous Catalysts NaOH/CaO/C From Eggshells for Biodiesel Production Using Off-Grade Palm Oil," *J. Rekayasa Kim. Lingkung.*, vol. 15, no. 1, pp. 31–37, 2020, doi: 10.23955/rkl.v15i1.14610.
- [6] P. C. Eka Putri dan E. Supriyo, "Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit menggunakan Katalis Kalsium Oksida (CaO) menjadi Biodiesel," *Metana*, vol. 16, no. 2, pp. 75–80, 2020, doi: 10.14710/metana.v16i2.34193.

- [7] S. M. Oko Mustafa; Kurniawan, Andri; Willain, Danu, "SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK KEDELAI MELALUI REAKSI TRANSESTERIFIKASI DENGAN KATALIS CaO/NaOH," *J. Teknol.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, "Standar Nasional Indonesia 7182:2015 Biodiesel," *Badan Standarisasi Nas.*, no. 1, pp. 1–88, 2015.
- [9] A. P. Sari, "Kinetika Reaksi Esterifikasi pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Dedak Padi," *J. Tek. Kim. UNDIP*, vol. 2, no. 1, pp. 16–20, 2009.
- [10] D. R. Wicakso, "Sintesis Biodiesel Dari Crude Palm Oil Dengan Katalis Alumina Hasil Recovery Limbah Padat Lumpur Pdam Intan Banjar," *Info Tek.*, vol. 12, no. 1, pp. 21–30, 2011.