



e-ISSN Number
2655 2967

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

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 6 Nomor 1 (2021)



SINTA Accreditation
Number 28/E/KPT/2019

Uji Aktifitas Katalis NaOH/Ni/gamma Al₂O₃ pada Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit

(Activity Test Of NaOH /Ni/gamma Al₂O₃ Catalyst In Palm Oil Transesterification Process)

Alda Titania Dewanti¹, Muhammad Fitrah¹, Budi Setiawan², Andi Suryanto^{1,2}, Rismawati Rasyid^{1,2*}

1. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia Jl Urip Sumoharjo KM 5, Makassar Indonesia 90231
2. Magister Teknik Kimia, Program Pascasarjana Universitas Muslim Indonesia Jl.Urip Sumoharjo No.225 Makassar Indonesia

Inti Sari

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang potensial untuk diproduksi secara berkesimbangan. Minyak kelapa sawit salah satu bahan baku yang dapat dikonversi menjadi biodiesel. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh katalis (NaOH/Ni/ γ -Al₂O₃) pada reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit terhadap persentase rendemen biodiesel, densitas, persentase etil ester, serta konversi asam lemak bebas dari produk biodiesel dari minyak kelapa sawit. Proses pembuatan biodiesel melalui transesterifikasi minyak kelapa sawit dengan pereaksi etanol pada suhu 60°C dengan penambahan katalis NaOH/Ni/ γ -Al₂O₃. Setelah waktu reaksi yang ditentukan, produk biodiesel didiamkan selama 24 jam ini bertujuan agar terjadi pemisahan antara sisa etanol, dan gliserol. Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan, produk biodiesel terbaik pada penelitian ini adalah produk dengan persentase katalis 4% dan waktu reaksi 3 jam. Produk biodiesel ini, menghasilkan persentase rendemen sebesar 94,26% dan persentase etil ester sebesar 89,21% dan nilai konversi FFA sebesar 85,28%.

Kata Kunci: biodiesel, katalis heterogen, NaOH/Ni/ γ -Al₂O₃, transesterifikasi

Key Words : biodiesel, heterogen catalysts, NaOH/Ni/ γ -Al₂O₃, transesterification

Abstract

Biodiesel is a potential alternative fuels to be produced sustainably. Palm oil is one of the raw materials than can be converted into biodiesel. This study aims to study the effect of a catalyst (NaOH/Ni/ γ -Al₂O₃) on the transesterification reaction of palm oil on the percentage of biodiesel yield, density, percentage of ethyl ester, and the conversion of free fatty acids from biodiesel products from palm oil. The process of making biodiesel through transesterification of palm oil with ethanol reagent at a temperature of 60°C with the addition of a catalyst NaOH/Ni/ γ -Al₂O₃. After the determined reaction time, the biodiesel product is left to stand for 24 hours so that there is a separation between the remaining ethanol and glycerol. Based on the results of the research and data processing that has been done, the best biodiesel product in this study is a product with a catalyst percentage

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
+62 852 4220 3009

Corresponding Author
rismawati.rasyid@umi.ac.id



Journal History
Paper received : 13 Maret 2021
Received in revised : 05 Mei 2021
Accepted: 30 Mei 2021

of 4% and a reaction time of 3 hours. This biodiesel product produced a yield percentage of 94.26% and an ethyl ester percentage.

PENDAHULUAN

Pertambahan populasi penduduk dan peningkatan kebutuhan manusia terhadap energi terutama bahan bakar minyak, mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan energi yang tidak dapat diperbarui. Selama ini sebagian besar sumber energi menggunakan bahan bakar fosil yang jumlahnya semakin menipis. Hal ini mendorong manusia mencari berbagai cara untuk menghemat penggunaan minyak bumi serta menciptakan energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil [1]. Salah satu alternatif sumber energi adalah Fatty Acid Metil Ester (biodiesel) sebagai produk untuk menggantikan petroleum Diesel dari sumber minyak nabati. Bahan dasar yang biasa digunakan untuk pembuatan biodiesel diantaranya minyak dari kedelai, minyak kelapa sawit, minyak biji jarak, minyak biji bunga matahari dan lain sebagainya.

Biodiesel memiliki beberapa keunggulan dibanding petroleum Diesel yaitu bersifat lebih ramah lingkungan, dapat diperbarui (renewable), dapat terurai (biodegradable), memiliki sifat pelumasan terhadap mesin piston karena termasuk kelompok minyak tidak mengering (non-drying oil), mampu mengeliminasi efek rumah kaca, dan kontinuitas ketersediaan bahan baku terjamin. Biodiesel bersifat ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih baik dibandingkan diesel/solar, yaitu bebas sulfur, bilangan asap (smoke number) rendah, dan angka setana (cetane number) bekisar antara 57-62 sehingga efisiensi pembakaran lebih baik, terbakar sempurna (clean burning) dan tidak menghasilkan racun (nontoxic) [2].

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) termasuk tanaman tahunan yang merupakan tumbuhan tropis golongan palmae. Alam Indonesia yang beriklim tropis dan wilayahnya merupakan potensi besar sebagai produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Naibaho (1998) menjelaskan hasil utama yang dapat diperoleh dari tandan buah sawit adalah minyak sawit yang terdapat dalam buah (mesokrap) dan minyak inti sawit yang terdapat pada kernel. Produk yang dihasilkan dari pengolahan kelapa

sawit sangat beragam, salah satunya adalah sebagai penghasil minyak nabati atau sering disebut palm oil [3]. Minyak kelapa sawit seperti umumnya minyak nabati lainnya adalah merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, sedangkan komponen penyusunnya yang utama adalah trigliserida dan nontrigliserida [4]

Produksi biodiesel dari tumbuhan umumnya dilaksanakan melalui proses yang disebut dengan transesterifikasi. Transesterifikasi terkadang disebut alkoholisis, atau mengacu pada jenis alkohol yang digunakan maka disebut metanolisis atau etanolisis. Transesterifikasi merupakan reaksi pemindahan alkohol dari suatu ester oleh alkohol lain yang meliputi rangkaian tiga reaksi dapat balik yang berurutan. Pertama adalah konversi trigliserida menjadi digliserida, diikuti konversi digliserida menjadi monogliserida dan yang terakhir monogliserida menjadi gliserin. Tiap tahap menghasilkan satu molekul ester [5].

Proses pembuatan biodiesel selama ini menggunakan katalis homogen berupa NaOH atau KOH. Namun proses pembuatan biodiesel secara konvensional ini memiliki beberapa kelemahan, diantaranya terbentuknya produk samping berupa sabun, rumitnya pemisahan produk biodiesel yang dihasilkan dengan katalis. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, mulai dikembangkan penggunaan katalis heterogen (padat) untuk menggantikan katalis alkali tersebut. Katalis heterogen yang pernah diteliti diantaranya ZnO, TiO₂/ZrO₂, Al₂O₃/ZrO₂, dan lain sebagainya [2]. Katalis heterogen menjanjikan dan menguntungkan untuk produksi biodiesel karena dapat dioperasikan dalam proses yang berkesinambungan, dapat memberikan kualitas produk yang tinggi; katalis dapat digunakan kembali, ramah lingkungan dan lebih efektif daripada katalis asam dan enzim. Selain itu, penggunaan katalis heterogen tidak menghasilkan sabun melalui netralisasi asam lemak bebas atau saponifikasi trigliserida. Katalis heterogen dapat dirancang untuk memberi aktivitas,

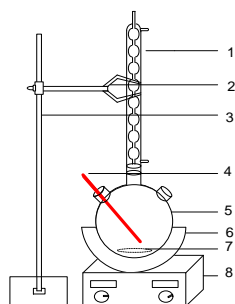
selektivitas, dan daya tahan katalis yang lebih tinggi [6].

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dijelaskan diatas, sehingga penelitian ini menggunakan katalis heterogen NaOH/Ni/ γ -Al₂O₃ pada reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit dalam memproduksi biodiesel.

METODE PENELITIAN

Bahan : Minyak kelapa sawit, etanol 96%, NaOH (p.a), γ -Al₂O₃ (p.a,Merck), Ni(NO₃)₂H₂O (p.a, Merck).

Alat penelitian :



Keterangan :

- | | | |
|--------------|--------------------|----------------------------|
| 1. kondensor | 4. termometer | 7. <i>magnetic stirrer</i> |
| 2. klem | 5. labu leher tiga | 8. hotplate |
| 3. statif | 6. pan | |

Preparasi katalis : Sebanyak 10 gram γ -Al₂O₃ ditambahkan 10 ml aquadest dan 1 gram Ni dilarutkan dalam 10 ml aquadest. Kemudian Ni diimpregnasi kedalam γ -Al₂O₃ dan diaduk menggunakan magnetik stirrer sampai terbentuk pasta. selanjutnya pasta katalis keringkanpada suhu 110°C selama 8 jam. Larutan NaOH dengan konsentrasi 0,5N, lalu dicampurkan sebanyak 10 tetes katalis yang telah kering. Katalis yang telah dicampur larutan NaOH dikeringkan kembali menggunakan oven 110°C selama 8 jam dan kalsinasi 500°C selama 3 jam.

Proses transesterifikasi

Minyak kelapa sawit sebanyak 75 ml dan etanol sebanyak 150 ml disiapkan dalam wadah terpisah dan dipanaskan hingga suhu mencapai 60°C. Setelah tercapai suhu 60°C, kedua reaktan dimasukkan kedalam labu leher tiga dan ditambahkan katalis

NaOH/Ni/ γ -Al₂O₃. sesuai dengan waktu reaksi yang telah ditentukan. Kemudian, hasil reaksi dituang ke dalam corong pisah sembari menyaring katalis yang terdapat pada hasil reaksi. Hasil reaksi didiamkan dalam corong pemisah selama 24 jam guna memisahkan fasa produk dan gliserol. Lalu, produk dan hasil samping dipisahkan dan produk dioven pada suhu 110°C selama 1 jam. Kemudian produk dianalisa.

Analisa Produk

1. Analisa Densitas

Analisa densitas untuk produk dari proses reaksi transesterifikasi dilakukan dengan menimbang piknometer kosong, kemudian sampel produk yang akan dihitung rapat massanya dipanaskan hingga mencapai suhu 40 °C. Kemudian sampel diukur menggunakan piknometer dengan penimbangan.

2. Analisa viskositas

Analisa viskositas untuk produk dari proses reaksi transesterifikasi dilakukan untuk mengukur kekentalan fluida dengan menggunakan alat viskometer Oswald, kemudian sampel yang akan dihitung viskositasnya dipanaskan hingga mencapai suhu 40°C. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam Viskometer dan dicatat waktu sesuai prosedur.

3. Analisa Free Fatty Acid (FFA)

Sebanyak ± 10 gram ditimbang dengan menggunakan erlenmeyer sebagai wadah. Kemudian sampel dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M hingga larutan berubah warna, lalu volume NaOH pada larutan dicatat. Untuk menentukan % Konversi FFA, dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\%FFA = \frac{\%FFA \text{ (awal)} - \%FFA \text{ (akhir)}}{\%FFA \text{ (awal)}} \times 100\% \quad (1)$$

4. Rendemen Biodiesel

Berat minyak kelapa sawit ditimbang sebelum direaksikan dan setelah reaksi, biodiesel yang diperoleh ditimbang setelah dipisahkan dari sisa etanol dan katalis. Selanjutnya perhitungan rendemen dapat dihitung.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat biodiesel (gr)}}{\text{berat minyak (gr)}} \times 100\% \quad (2)$$

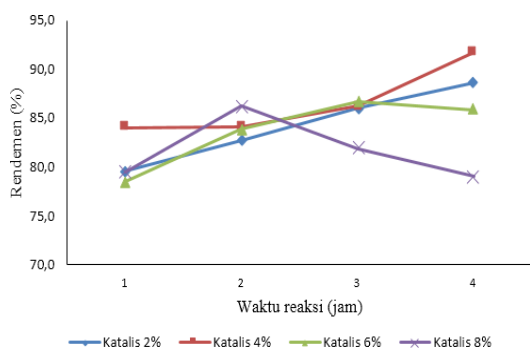
5. Analisa Persentase Etil Ester

Mol produk dan mol minyak bahan baku dihitung menggunakan data densitas, volume dan BM. Kemudian, persentase etil ester dihitung menggunakan persamaan berikut ;

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{mol biodiesel (gr)}}{\text{mol minyak (gr)}} \times 100\% \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan antara persen katalis terhadap rendemen biodiesel sangat dipengaruhi oleh waktu reaksi (Gambar 1). Produk biodiesel dengan katalis 2% dan 4% tergambar bahwa semakin lama waktu reaksi maka semakin meningkat pula rendemen yang diperoleh.

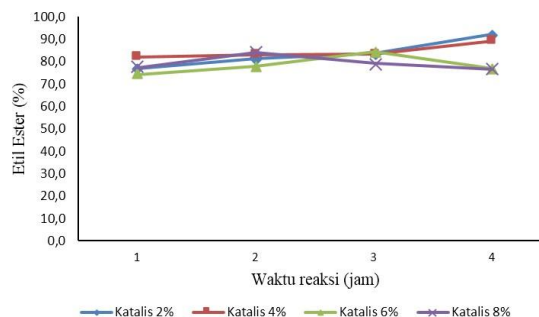


Gambar 1. Grafik Hubungan antara Waktu Reaksi terhadap Persentase Rendemen Biodiesel pada variasi persen katalis

Waktu reaksi memiliki pengaruh yang besar terhadap rendemen biodiesel yang diperoleh dimana semakin lama waktu reaksi maka akan memberikan kesempatan molekul reaktan saling bertumbukan lebih lama, sehingga rendemen yang didapatkan akan semakin banyak [7]. Sedangkan, pada produk biodiesel dengan katalis 6% mengalami penurunan jumlah rendemen pada waktu reaksi 4 jam, dan produk biodiesel dengan katalis 8% mengalami penurunan jumlah rendemen pada waktu reaksi 3 jam dan 4 jam. Hal ini, disebabkan terjadinya reaksi balik akibat berlebuhnya waktu reaksi maupun konsentrasi katalis yang digunakan sehingga reaksi melampaui batas optimumnya dan etil ester kembali menjadi trigliserida [8].

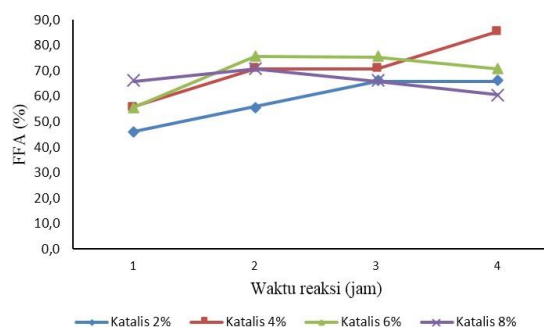
Persentase katalis dapat mempengaruhi persentase etil ester pada proses transesterifikasi minyak kelapa sawit dalam durasi 1 jam - 4 jam

(Gambar 2). Pada katalis 2% dan 4%, terdapat tren kenaikan metil ester secara linear terhadap waktu reaksi, sehingga titik optimum belum diperoleh selama waktu 4 jam.



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Waktu Reaksi terhadap Persentase etil ester pada variasi persen katalis

Hal ini sesuai dengan teori dimana lamanya kontak antara molekul reaktan dengan katalis akan menghasilkan produk dengan persentase etil ester yang tinggi [9]. Sedangkan, pada produk biodiesel dengan katalis 6% mengalami penurunan jumlah etil ester pada waktu reaksi 4 jam, dan produk biodiesel dengan katalis 8% mengalami penurunan jumlah etil ester pada waktu reaksi 3 jam dan 4 jam. Pada konsentrasi yang tinggi dengan waktu reaksi yang lama, mengakibatkan terjadi proses jenuh, sehingga reaktan tidak dapat terkonversi menjadi produk [8].



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Waktu Reaksi terhadap Persentase FFA pada variasi persen katalis

Produk biodiesel dengan katalis 2% dan 4%, dapat dilihat bahwa semakin lama waktu reaksi maka semakin meningkat jumlah asam lemak bebas terkonversi (Gambar 3). Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu reaksi menyebabkan kontak antar reaktan akan semakin besar sehingga konversi yang dihasilkan semakin besar[9]. Sedangkan, pada produk biodiesel dengan katalis 6% mengalami penurunan jumlah etil ester pada waktu reaksi 4 jam, dan produk biodiesel dengan katalis 8% mengalami penurunan jumlah etil ester pada waktu reaksi 3 jam dan 4 jam. Hal ini, disebabkan terjadinya hidrolisis eter akibat penambahan katalis berlebih pada reaksi sehingga menyebabkan reaksi konversi FFA berjalan lebih lambat akibat berkurangnya jumlah etanol yang bereaksi dengan asam lemak bebas[10].

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Densitas Produk Biodiesel

Katalis (%)	Densitas (gr/ml)
2	0,84
4	0,85
6	0,88
8	0,90

Konsentrasi katalis menghasilkan densitas yang meningkat dari (2-6)% , namun di 8% terjadi penurunan densitas. Hal ini, disebabkan oleh beragamnya pula konsentrasi katalis dan waktu reaksi yang digunakan. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 04-7182-2012), densitas biodiesel pada suhu 40°C adalah 0,85 – 0,89 gr/ml. Produk biodiesel yang diperoleh memenuhi standar SNI dengan kisaran desitas 0,84-0,85 gr/ml terdapat pada konsentrasi katalis (2-6)% sementara konsentrasi 8% nilai densitas sudah diatas range standar SNI (Tabel 1).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 04-7182-2012), viskositas biofuel pada temperatur 40°C adalah 2,3 -6,0 mm²/s. Viskositas produk biodiesel yang diperoleh berada pada kisaran (5,8-6,3) mm²/s (Tabel 2). Konsentrasi katalis 2-6 nilai viskositas yang dihasilkan masih berada pada range standar SNI, sedangkan konsentrasi 8 % telah melewati nilai standar SNI.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Katalis dan Waktu Reaksi terhadap viskositas Produk Biodiesel

Katalis (%)	Viskositas (mm ² /s)
2	5,9
4	5,9
6	6,0
8	6,3

KESIMPULAN

Persen katalis yang menghasilkan kondisi optimum yakni katalis 4% dengan waktu reaksi 4 jam. Produk biodiesel ini, menghasilkan persentase rendemen sebesar 94,26 % dan persentase etil ester sebesar 89,21% dan nilai konversi asam lemak bebas sebesar 85,28. Densitas biodiesel yang diperoleh 0,85 gr/ml sesuai dengan standar SNI 04-7182-2012 serta viskositas yang dihasilkan 5,9 mm²/s.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada DRPM DIKTI telah mendanai penelitian ini dan jurusan teknik kimia FTI UMI sebagai tempat pelaksanaan penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. K. Julianti, T. K. Wardani, I. Gunardi, and A. Roesyadi, "Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit RBD dengan Menggunakan Katalis Berpromotor Ganda Berpenyangga γ -Alumina (CaO/MgO/ γ -Al₂O₃) dalam Reaktor Fluidized Bed," J. Tek. Pomits, vol. 3, no. 2, pp. 143–148, 2014.
- [2] M. I. Anshary, O. Damayanti, and A. Roesyadi, "Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Padat Berpromotor Ganda Dalam Reaktor Fixed Bed," J. Tek. Pomits, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2012.
- [3] A. Aldina et al., "Pengelolaan Panen Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq .) di Kebun Adolina, Sumatera Utara Harvest Management of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq .) at Adolina Estate , Sumatera Utara," vol. 5, no. 2, pp. 157–166, 2017.
- [4] N. Pasaribu, "Minyak Buah Kelapa Sawit," pp. 1–8, 2015.
- [5] E. Astuti, "Pengaruh Konsentrasi Katalisator dan Rasio Bahan terhadap

- Kualitas Biodiesel dari Minyak Kelapa,” vol. 2, no. 1, pp. 5–10, 2015.
- [6] S. Basumatary, “Transesterification with heterogeneous catalyst in production of biodiesel: A review,” *J. Chem. Pharm. Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2013.
- [7] R. A. L. Alfianita, “Pengaruh Variasi Waktu dan Suhu Terhadap Rendemen Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Katalis Abu Layang Batubara (Fly Ash) melalui Proses Transesterifikasi,” 2019.
- [8] R. Cholik, “Efek Konsentrasi Katalis, Suhu dan Waktu Reaksi terhadap Transesterifikasi In Situ dalam Produksi Biosolar dari Spent Bleaching Earth (SBE),” *J. Arch.*, 2018.
- [9] L. Fitriana, “Pengaruh Perbandingan Minyak/Metanol dan Waktu Reaksi Terhadap Hasil Biodiesel dengan Metode Sonikasi Berbahan Baku Ampas Kelapa dengan Katalis CaO,” *J. Tek. Kim. Indones.*, vol. 4, no. 1, 2018.
- [10] L. A. Fitriyana, S. Soeprodo, and S. Kadarwati, “Produksi Biodiesel dari Dedak Padi (Rice Bran) melalui Dua Tahap Reaksi In Situ,” *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 1, no. 2252, 2012.