



PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK KELAPA MENGGUNAKAN KATALIS HETEROGEN

(Making Biodiesel from Coconout Oil Using a Hydrogen Catalyst)

Riska Riska*, A. Nurainul Yaqin, Andi Suryanto, Mustafiah Mustafiah

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No.Km5 Panaikang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Inti Sari

Cangkang telur merupakan limbah rumah tangga yang mudah di dapatkan. Limbah cangkang telur yang mengandung 90,9% senyawa CaCO_3 dapat dimanfaatkan sebagai sumber katalis CaO melalui proses kalsinasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi terhadap pembuatan biodiesel dan kualitas biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan katalis CaO . Formulasi yang digunakan adalah katalis 5% dengan suhu reaksi 65°C selama 1; 1,15; 1,30; 1,45; dan 2 jam kemudian dilakukan uji. Pengujian biodiesel meliputi uji densitas, uji viskositas, dan uji persentase yield. Data analisis didapatkan persentase yield sebesar 35,17% dan nilai densitas dan viskositas sesuai dengan standar SNI 7182:2022.

Kata Kunci: Biodiesel, Cangkang Telur, Katalis

Key Words : Biodiesel, Egg shells, Catalyst

Abstract

Egg shells are household waste that is easy to get. The egg shell contains 90.9% CaCO_3 compound. The high CaCO_3 content of egg shells is very potential as a catalyst source. This study aims to determine the effect of reaction time on the production of biodiesel and the quality of the biodiesel produced using a $\text{CaO}/\text{Na}\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalyst. The formulation used was 2% catalyst with a reaction temperature of 65°C for 1; 1.15; 1.30; 1.45; and 2 hours later the test was carried out. Biodiesel testing includes density test, viscosity test, and yield percentage test. The analysis data obtained a yield percentage of 55.17% and the density and viscosity values were in accordance with the SNI 7182:2022 standard.

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

Email :

jmpe@umi.ac.id

*Corresponding Author

ikkhajongg@gmail.com



Journal History

Paper received : 10 Agustus 2023

Received in revised : 13 September 2023

Accepted :22 Oktober 2023

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memproduksi bahan bakar minyak (BBM). Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral 2016, produksi minyak dan kondensat di Indonesia sebesar 831.058 barel per hari dan mengalami peningkatan sebesar 5,44% per hari (45.266 barel) jika di bandingkan dengan tahun 2015 [1]. Peningkatan produksi minyak di Indonesia dilakukan untuk menutupi konsumsi BBM. Seiring dengan semakin langkanya cadangan minyak bumi Indonesia, konsumsi BBM yang semakin meningkat akan menimbulkan masalah serius bagi bangsa Indonesia, hal ini akan menyebabkan nilai impor minyak mentah terus meningkat. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah tersebut, sumber energi terbarukan saat ini sedang mengembangkan produk salah satunya biodiesel.

Biodiesel adalah bahan bakar cair yang berasal dari minyak dan lemak nabati yang memiliki karakteristik pembakaran yang mirip dengan bahan bakar solar (minyak bumi) biasa. Biodiesel dapat dibuat langsung dari minyak nabati, lemak hewani, dan minyak jelantah [2]. Biodiesel adalah alternatif terbaik untuk bahan bakar solar. Tidak hanya dapat digunakan langsung di mesin tanpa konversi, tetapi juga ramah lingkungan. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak kelapa. Minyak kelapa tersusun atas berbagai asam lemak dan 90% diantaranya merupakan asam lemak jenuh. Minyak kelapa juga mengandung asam kaproat (0,2-0,8%), asam kaprilat (6 -9%), asam kaprat (6-10%), asam laurat (46-50%), asam miristat (17-18%), asam palmitat (8-10%), asam stearat (2-3%), asam oleat (5-7%), dan asam linoleat (1-2,5%) [3]. Selain itu, minyak kelapa memiliki sifat yang sangat baik dan mendukung untuk diolah sebagai bahan bakar terbarukan. Namun, karena asam lemak, resin, dan viskositasnya yang tinggi, dapat mempengaruhi kinerja mesin diesel dan menyebabkan endapan mesin diesel [4]. Berdasarkan hal tersebut, minyak kelapa harus diolah terlebih dahulu untuk menghindarinya. Salah satu reaksi yang dapat menurunkan viskositas minyak kelapa yaitu reaksi transesterifikasi.

Reaksi transesterifikasi adalah reaksi antara trigliserida dengan alkohol menghasilkan gliserol bebas dan alkil ester asam lemak. Reaksi transesterifikasi berlangsung dengan bantuan katalis basa atau asam. Katalis basa homogen, KOH dan NaOH umumnya lebih banyak digunakan daripada katalis asam. Suhu dan konsentrasi yang sama, metanolisis lebih cepat dengan katalis basa dibandingkan dengan katalis asam. Selain itu, katalis basa tidak menimbulkan korosi pada peralatan industri, sehingga bahan konstruksi reaktor lebih ringan [4]. Namun penggunaan katalis ini membutuhkan modal yang tidak sedikit, membutuhkan keamanan yang lebih, sensitif terhadap air dan kandungan asam lemak bebas pada bahan baku. Asam lemak bebas yang melimpah pada bahan baku akan memicu reaksi saponifikasi sehingga produk sulit dibersihkan [5]. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi keadaan tersebut yaitu dengan memanfaatkan limbah cangkang telur.

Indonesia merupakan salah satu negara yang paling banyak mengkonsumsi telur. Menurut Badan Pusat Statistik 2022, produksi telur itik Sulawesi Selatan tahun 2021 sebesar 39.519,61 ton/tahun. Cangkang telur itik diasumsikan sekitar 8-11% dari total berat telur, setidaknya akan ada 3.161,5688 ton cangkang telur pada tahun 2021 [6]. Mengkonsumsi telur secara terus-menerus akan menghasilkan limbah cangkang telur. Dulu, limbah cangkang telur hanya dianggap sebagai limbah dan tidak sering diolah untuk digunakan kembali. Saat ini limbah cangkang telur dimanfaatkan katalis [7]. Cangkang telur yang mengandung 90,9% senyawa CaCO_3 . Kandungan CaCO_3 cangkang telur yang tinggi sangat potensial sebagai sumber katalis CaO dalam produksi biodiesel [8].

Berdasarkan uraian diatas, peneliti menganggap perlu mengembangkan pemanfaatan limbah cangkang telur sebagai katalis sehingga penelitian ini menggunakan katalis CaO pada reaksi transesterifikasi minyak kelapa dalam pembuatan biodiesel.

METODE PENELITIAN

Bahan: cangkang telur, minyak kelapa, metanol teknis dengan kadar 96%.

Alat Penelitian: alat yang digunakan *furnace merk nabertherm type L311B410 flap door, oven, magnetic stirrer, hot plate, labu leher tiga, kondensor, statif, termometer, pompa vakum, mortar, alu dan alat-alat kaca lainnya.*

Proses transesterifikasi pembuatan biodiesel

Minyak kelapa sebanyak 50 mL dipanaskan selama 30 menit dengan suhu 60°C. Setelah itu, dimasukkan katalis dengan variasi 5% dan 24 mL metanol, kemudian di homogenkan selama waktu yang di inginkan (1; 1,15; 1,30; 1,45 dan 2 jam). Setelah homogen, larutan tersebut disaring ke dalam corong pisah dan di diamkan sampai terbentuk 2 lapisan. Kedua lapisan yang terbentuk dipisahkan dimana lapisan atas adalah metil ester (biodiesel) dan lapisan bawah adalah gliserol [9]. Produk biodiesel dilakukan pencucian dengan penambahan *aquadest* sebanyak 50 mL sampai produk jernih. Selanjutnya biodiesel dipanaskan dalam *oven* pada suhu 120°C selama 1 jam. Kemudian produk dianalisa.

Analisa produk

1. Analisa Densitas

Analisa densitas dilakukan dengan menimbang piknometer kosong, kemudian sampel produk dipanaskan hingga mencapai suhu 40°C. Kemudian sampel diukur menggunakan piknometer dengan neraca analitik.

$$\rho = \frac{(\text{berat pikno+sampel}) - (\text{berat kosong pikno})}{\text{volume pikno}} \dots\dots\dots (1)$$

2. Analisa Viskositas

Analisa viskositas dilakukan untuk mengukur kekentalan fluida dengan menggunakan viskometer Oswald, kemudian sampel yang akan dihitung viskositasnya dipanaskan hingga mencapai suhu 40°C. Kemudian sampel dimasukkan kedalam viskometer dan dicatat waktu sesuai prosedur.

$$\mu = C \times t \quad \text{atau} \quad \mu = \mu_0 \frac{t \cdot \rho}{t_0 \cdot \rho_0} \dots\dots\dots (2)$$

3. Yield Biodiesel

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

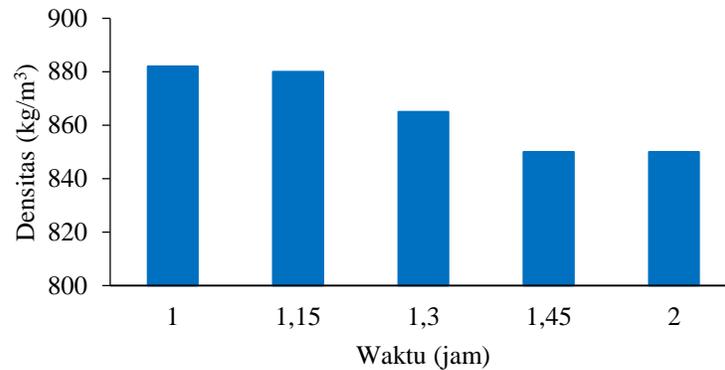
$$\% \text{yield} = \frac{\text{berat biodiesel}}{\text{berat minyak}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Densitas (massa jenis) adalah perbandingan jumlah massa suatu zat terhadap volumenya pada suhu tertentu. Semakin rendah suhu, maka berat jenis biodiesel akan semakin tinggi dan begitu juga sebaliknya [10]. Sesuai dengan SNI 7182:2022, standar densitas biodiesel adalah 850-890 kg/m³[11]. Nilai ini termasuk indikator jumlah zat pengotor seperti sabun, gliserol hasil reaksi, asam lemak yang tidak terkonversi menjadi metil ester (biodiesel), air, sodium hidroksida sisa, atau sisa metanol yang terdapat dalam biodiesel. Jika massa jenis biodiesel melebihi ketentuan sebaiknya tidak digunakan karena akan meningkatkan kerusakan mesin [12].

Tabel 1. Data Pengamatan Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Densitas Produk Biodiesel

Konsentrasi Katalis	Waktu (jam)	Densitas (kg/m ³)
5%	1	882
	1,15	880
	1,30	865
	1,45	850
	2	850



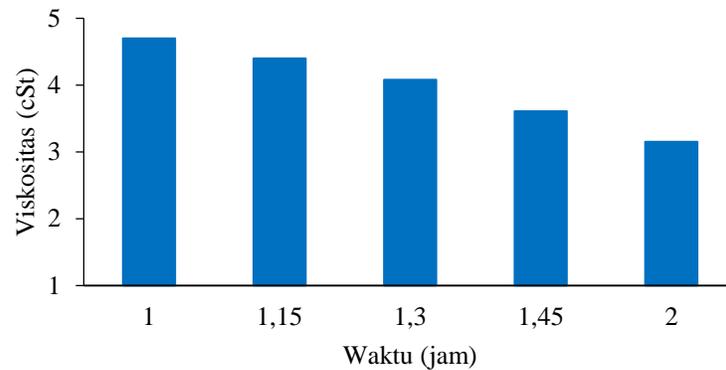
Gambar 1. Grafik Hubungan antara Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Densitas Produk Biodiesel

Gambar 1. menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi maka nilai densitas yang diperoleh semakin menurun. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan variabel pada lama waktu reaksi dari setiap penelitian, dimana densitas dipengaruhi oleh semakin lama waktu digunakan maka partikel reaktan akan bergerak lebih cepat sehingga intensitas tumbukan antar partikel akan lebih intens dan semakin efektif sehingga menurunkan nilai kekentalan pada biodiesel [13]. Selain itu, semakin lama waktu reaksinya maka massa jenis biodiesel semakin rendah, hal ini disebabkan oleh keberadaan gliserol dalam biodiesel yang dapat mempengaruhi massa jenis biodiesel karena gliserol memiliki massa jenis yang cukup tinggi. Jika gliserol tidak terpisah dengan baik dari biodiesel, maka massa jenis biodiesel akan meningkat. Semakin tinggi konversi biodiesel maka densitas akan semakin rendah karena rantai karbon semakin pendek dan ikatan rangkap semakin sedikit. Nilai massa jenis biodiesel sangat ditentukan oleh kemurnian komponen metil ester dalam biodiesel [10]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka diperoleh nilai densitas terbesar yang didapatkan adalah 882 kg/m^3 pada waktu 1 dan 1,15 jam, sedangkan nilai densitas terkecil yang didapatkan adalah 851 kg/m^3 pada waktu 2 jam, dimana nilai ini sesuai dengan standard densitas biodiesel pada SNI 7182:2022.

Minyak kelapa mempunyai viskositas kinematik yang tinggi. Dengan adanya proses transesterifikasi minyak kelapa menjadi biodiesel, maka akan terjadi penurunan pada viskositas kinematiknya. Sesuai dengan (SNI 7182:2022), standar viskositas biodiesel adalah 2,3-6,0 cSt. Viskositas yang terlalu tinggi menyebabkan proses atomisasi bahan bakar menjadi terganggu karena kecenderungan bahan bakar dengan viskositas tinggi akan sulit dikabutkan. Sedangkan untuk bahan bakar yang mempunyai viskositas terlalu rendah akan menimbulkan gesekan pada ruang bakar sehingga dalam hal ini, bahan bakar juga memiliki fungsi pelumasan dalam ruang bakar [14].

Tabel 2. Data Pengamatan Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Viskositas Produk Biodiesel

Konsentrasi Katalis	Waktu (jam)	Viskositas (cSt)
5%	1	4,7
	1,15	4,4
	1,30	4,08
	1,45	3,61
	2	3,15



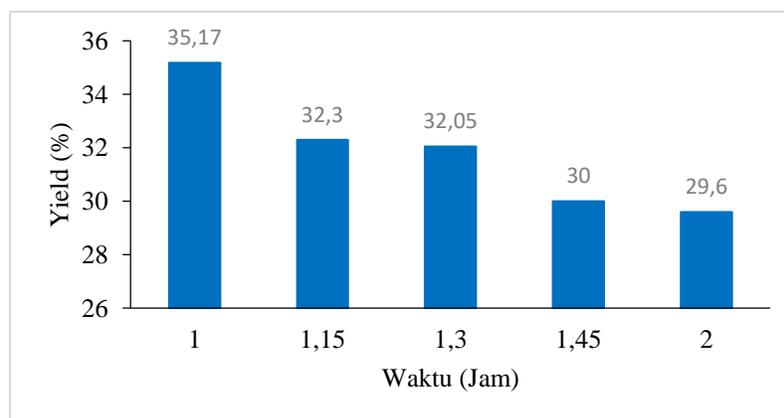
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Viskositas Produk Biodiesel

Gambar 2. menunjukkan bahwa nilai viskositas biodiesel yang dihasilkan dari waktu reaksi mengalami penurunan seiring dengan semakin lamanya waktu reaksi. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu reaksi yang digunakan berbanding lurus dengan penurunan viskositas produk biodiesel yang dihasilkan [15]. Menurut (Sinaga, Haryanto and Triyono, 2014), Semakin tinggi konversi biodiesel maka viskositas kinematik yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini disebabkan semakin sedikit kadar asam lemak bebas yang masih berada pada biodiesel yang dihasilkan tersebut atau kemungkinan masih terdapat air dalam biodiesel akibat proses pencucian. Viskositas kinematik akan semakin turun ketika terjadi peningkatan nilai ketidakjenuhan dari biodiesel [10]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka diperoleh nilai viskositas terbesar sebesar 4,1 cSt pada waktu 1 jam dan nilai viskositas terkecil yang didapatkan adalah 2,5 cSt pada waktu 2 jam, dimana nilai ini sesuai dengan standard viskositas biodiesel pada (SNI 7182:2022).

Pembuatan biodiesel menggunakan katalis yang sangat berperan penting dalam memecah ikatan molekul dari minyak menjadi metil atau etil ester pada bahan bakar biodiesel secara kimiawi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengaruh waktu reaksi terhadap yield produk yang dihasilkan dapat terlihat pada gambar di bawah ini:

Tabel 3. Data Pengamatan Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Yield Produk Biodiesel

Konsentrasi Katalis	Waktu (jam)	Yield (%)
5%	1	35,17
	1,15	32,3
	1,30	32,05
	1,45	30
	2	29,6



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Yield Produk Biodiesel

Gambar 3. menunjukkan bahwa adanya peningkatan yield biodiesel dari waktu 1,15 jam, 1,30 jam, 1,45 jam dan 2 jam. Hal ini dapat dikatakan dengan adanya peningkatan waktu rekasi, waktu yang dibutuhkan metanol untuk mengkonversi trigliserida menjadi biodiesel dengan reaksi transesterifikasi semakin banyak sehingga menyebabkan kenaikan yield produk biodiesel yang dihasilkan [15] dan semakin lama waktu reaksi dan semakin tinggi suhu yang diberikan maka akan semakin meningkatkan hasil yield biodiesel [10]. Selain itu, 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 [16]. Sedangkan pada waktu 1 jam mengalami penurunan yield biodiesel. Hal ini dikarenakan adanya faktor suhu. Suhu yang telah melewati titik didih metanol, sehingga sebagian metanol mengalami perubahan fasa dari cair menjadi gas. Terjadinya perubahan fasa metanol ini menyebabkan jumlah metanol dalam fasa cair berkurang. Berkurangnya jumlah metanol dalam larutan menyebabkan berkurangnya jumlah tumbukan efektif untuk menghasilkan biodiesel sehingga yield biodiesel yang terbentuk akan berkurang [17].

KESIMPULAN

Produk biodiesel yang dihasilkan dengan persen katalis 5% dengan waktu raksi 1 jam menghasilkan persentase yield sebesar 35,17%. Densitas dan viskositas biodiesel yang diperoleh sebesar 882 kg/m³ dan 4,1 cSt sesuai dengan standar SNI 7182:2022.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pembimbing kami D. Ir. Andi Suyanto, ST., MT., IPM., ASEAN Eng. dan Ir. Mustafiah, ST., MT., IPM. atas bantuannya yang berupa saran dan masukan. Kepada Universitas Muslim Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Unggulan Fakultas LP2S UMI tahun 2022. Dan yang terkhusus kepada kedua orang tua kami tercinta yang telah memberikan dukungan dan dorongan yang tak tergoyahkan kepada kami.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 2016 Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, *Minyak dan Gas Bumi Minyak dan Gas Bumi*, vol. 5268910. 2016.
- [2] Mahfud, *Perkembangan Bahan Baku & Teknologi Biodiesel*, no. January 2018. 2018.
- [3] S. Bakhri, A. Amirullah, and M. R. Kasim, "Pembuatan Sabun Cair Berbasis Minyak Kelapa dengan Proses Saponifikasi untuk Menghambat Pertumbuhan Bakteri dengan Penambahan Minyak Zaitun (*Pure Olive Oil*) untuk Pelembap Kulit," *J. Teknol. dan Ind. Pertan. Indones.*, vol. 14, no. 1, pp. 34–38, 2022.
- [4] 2015 Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, *Teknologi Biodiesel*. Jakarta, 2015.
- [5] A. Talebian-Kiakalaieh, N. A. S. Amin, and H. Mazaheri, "A Review on Novel Processes of Biodiesel Production from Waste Cooking Oil," *Appl. Energy*, vol. 104, pp. 683–710, 2013.
- [6] 2022 Badan Pusat Statistik, *Badan Pusat Statistik*. 2022.
- [7] A. Ardiansah, Z. Sabara, N. Nurjannah, A. Syarifuddin, and A. Suryanto, "Preparasi Katalis dari Cangkang Telur," *J. Chem. Process Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 40–44, 2020.
- [8] Warsy, S. Chadijah, and W. Rustiah, "Optimalisasi Kalsium Karbonat dari Cangkang Telur untuk Produksi Pasta Komposit," *J. Kim.*, vol. 4, no. 2, pp. 86–97, 2018.
- [9] N. Sutanto and S. Samik, "Artikel Review : Pemanfaatan Katalis CaO untuk Pembuatan Biodiesel menggunakan Metode Transesterifikasi dari *Non Edible Oil Article Review : Utilization of CaO*

- Catalyst to Produce Biodiesel by Transesterification Method from Non-Edible Oil,”* pp. 46–55, 2021.
- [10] S. V. Sinaga, A. Haryanto, and S. Triyono, “Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah [*Effects of Temperature and Reaction Time on the Biodiesel Production Using Waste Cooking Oil*],” *Tek. Pertan. Lampung*, vol. 3, no. 1, pp. 27–34, 2014.
- [11] SNI 7182:2022, *Biodiesel*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2022.
- [12] E. Setiawati and F. Edwar, “Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel,” vol. VI, no. 2, pp. 117–127, 2012.
- [13] A. Y. Syahputri and R. T. W. Broto, “Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam sebagai Katalis CaO Biodiesel Minyak Goreng Bekas,” *J. Penelit. Terap. Kim.*, vol. 01, no. 1, pp. 61–74, 2020.
- [14] P. Katalis *et al.*, “*Journal of Chemical Process* menggunakan *Microwave*,” no. 2655, 2022.
- [15] S. D. Purwaningrum and Sukaryo, “Pengaruh Waktu Pemanasan pada Pembuatan Biodiesel dari Limbah Jeroan Ikan menggunakan *Microwave*,” *Semin. Nas. Edusainstek*, vol. ISBN : 978, pp. 192–198, 2018.
- [16] T. D. Alda, F. Muhammad, S. Budi, S. Andi, and R. Rismawati, “Uji Aktifitas Katalis NaOH/Ni/ γ -Al₂O₃ pada Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit,” *J. Chem. Process Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 53–58, 2021.
- [17] A. Prihanto and T. A. B. Irawan, “Pengaruh Temperatur, Konsentrasi Katalis dan Rasio Molar Metanol-Minyak terhadap Yield Biodisel dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Netralisasi-Transesterifikasi,” *Metana*, vol. 13, no. 1, p. 30, 2018.