



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>

| ISSN : 2460 – 5263 (online) | ISSN : 2443 – 4167 (print)

## Analisis Pengaruh Jumlah Variasi Katalis MeOH Pada Pembuatan Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi

Harmiansyah<sup>1\*</sup>, Rustam Efendi<sup>2</sup>, Siti Muslimah<sup>3</sup>, Meli Hikmawati<sup>1</sup>, Santi Dwi Apriyani<sup>1</sup>, Sinober Simbolon<sup>1</sup>, Wahyu Hendra Setiawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Teknologi Sumatera, Program Studi Teknik Biosistem

<sup>2</sup>Universitas Sulawesi Tenggara, Jurusan Teknik Mesin

<sup>3</sup>Institut Teknologi Sumatera, Program Studi Teknik Sistem Energi

\*email: harmibm@gmail.com

### Abstrak

*Biodiesel adalah bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati (lemak hewani) melalui proses transesterifikasi. Transesterifikasi adalah proses reaksi (trigliserida) yang terkandung dalam minyak direaksikan dengan metanol dan dibantu oleh katalis alkali, sehingga menghasilkan biodiesel. Tujuan penelitian adalah mengetahui kualitas biodiesel menggunakan katalis MeOH melalui proses transesterifikasi. Penelitian ini untuk menghasilkan biodiesel menggunakan proses transesterifikasi dengan minyak sawit sebagai bahan baku utama, pembuatan biodiesel diawali dengan memanaskan minyak sawit pada suhu 61-65 °C kemudian ditambahkan campuran larutan NaOH dan metanol sehingga akan didapatkan gliserol, emulsi dan biodiesel sebagai hasil transesterifikasi, untuk proses akhir dilakukan pemisahan menggunakan corong pemisah untuk mendapatkan biodiesel murni. Kualitas biodiesel pada penggunaan katalis MeOH 20%, 25%, dan 30% didapatkan nilai Yield berturut-turut adalah 81,5%, 86,6%, dan 44,4%. Selain itu, pada penelitian ini juga dilakukan perhitungan densitas yang mempengaruhi dari kualitas biodiesel dari masing-masing jumlah MeOH yang digunakan didapatkan densitas sebesar 0,85 g/ml. Sehingga dapat diketahui penggunaan katalis MeOH mempengaruhi kualitas hasil biodiesel.*

**Kata kunci:** Biodiesel, kualitas, MeOH, transesterifikasi

### Abstract

*Biodiesel is a bioenergy or biofuel produced by transesterification of vegetable oil (animal fat). Transesterification is a chemical method in which oil triglycerides react with methanol with the help of an alkaline catalyst to produce biodiesel. The goal of this study is to determine the quality of biodiesel utilizing MeOH as a catalyst throughout the transesterification process. This study aims to produce biodiesel using the transesterification process with palm oil as the main raw material. Making biodiesel begins with heating the palm oil at 61-65 oC and then adding a mixture of NaOH and methanol solutions so that glycerol, emulsion, and biodiesel are obtained as a result of transesterification. Finally, a separatory funnel is used to obtain pure biodiesel. The yield values of biodiesel produced with MeOH catalysts of 20%, 25%, and 30% were 81.5%, 86.6%, and 44.4%, respectively. Furthermore, this study performed density calculations that*

*influenced the quality of biodiesel from each amount of MeOH utilized to achieve a density of 0.85 g/ml. As can be observed, the usage of MeOH catalyst has an effect on the quality of biodiesel yields.*

**Keywords:** Biodiesel, quality. MeOH, transesterification

## 1. Pendahuluan

Meningkatnya konsumsi energi bahan bakar fosil menjadi permasalahan yang perlu ditinjau ulang ditandai dengan ketidakseimbangan antara kebutuhan dan sumber energi yang tersedia [1]. Karena energi sendiri salah satu faktor penting dalam pembangunan berkelanjutan perlu adanya energi alternatif lainnya [2]. Kekhawatiran ini disebabkan oleh keterbatasan dan ketersediaan bahan bakar fosil. Selain itu, peningkatan emisi gas karbon yang dihasilkan oleh kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil juga dapat mencemari lingkungan. Solusinya adalah mengurangi ketergantungan pada minyak fosil dengan mengembangkan sumber energi baru terbarukan. Salah satunya adalah pengembangan bahan bakar minyak nabati seperti minyak kelapa sawit [3]. Energi dari minyak nabati sebagai bahan bakar memang lebih menjanjikan untuk dikembangkan [4].

Salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan menjadi minyak nabati adalah kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan tanaman yang memiliki nama latin *Elaeis guinensis Jacq* jenis tanaman palma dari keluarga *family Palmae* yang dapat menghasilkan produk unggulan seperti minyak kelapa sawit [5]. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia. Perkebunan kelapa sawit di Indonesia terdiri dari perkebunan milik negara, swasta, dan juga rakyat [6]. Dengan melimpahnya kelapa sawit ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan minyak nabati. Sehingga Indonesia sangat memungkinkan untuk menjadi produsen minyak nabati dunia.

Minyak kelapa sawit dimanfaatkan sebagai bahan pangan seperti minyak goreng yang menjadi kebutuhan pangan dan juga sebagai bahan baku pengembangan bahan bakar terbarukan (biodiesel). Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari reaksi asam lemak bahan baku (minyak nabati) dengan campuran alkohol [5]. Sebagai energi baru dan terbarukan biodiesel memiliki beberapa keunggulan seperti kandungan sulfur yang dimiliki rendah, gugus aromatis rendah, memiliki nilai kalor yang tinggi, dan *biodegradable* [7]. Selain itu biodiesel juga ramah lingkungan karena memiliki emisi gas buang seperti CO<sub>2</sub> yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil. Di tengah keunggulan-keunggulan biodiesel tersebut, juga memiliki kelemahan [8]. Seperti viskositas (kekentalan) tinggi yang dapat menyebabkan biodiesel sulit dipompa untuk dialirkan ke ruang bakar.

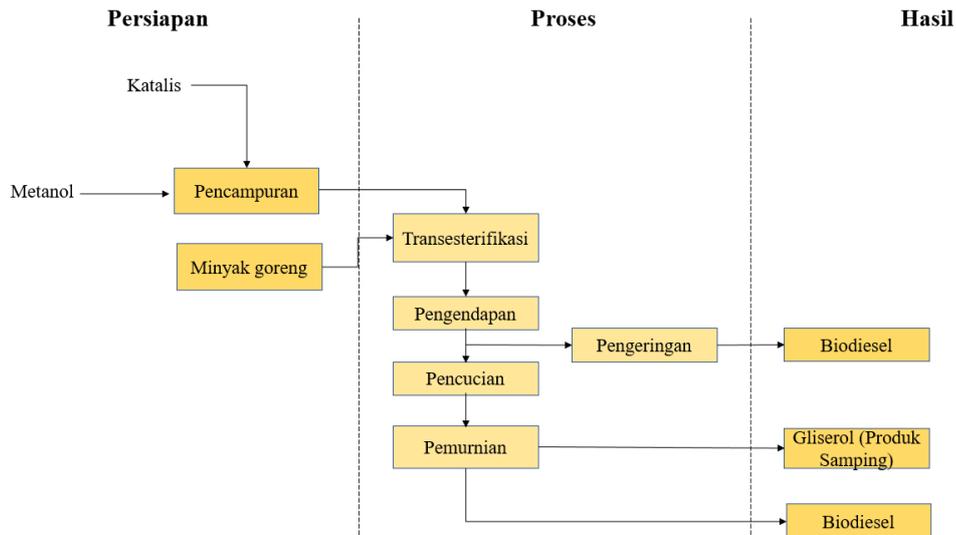
## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sistem Energi Institut Teknologi Sumatera, Jalan Terusan Ryacudu, Way Hui, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan. Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2022 Pukul 10.00 WIB – 13.00 WIB.

## 2.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *HotPlate/Magnetic Stirrer*, *Beaker Glass*, Statif, neraca analitik, termometer, gelas ukur, corong pisah. Bahan baku pada penelitian adalah 250 ml minyak goreng dengan variasi bahan kimia seperti 20%, 25%, 30% ml methanol, variasi NaOH sebanyak 1 gram, 2 gram, 3 gram NaOH sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel, serta aquades sebagai bahan pencampur dalam pemurnian. Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

## 2.3 Pembuatan Biodiesel (Transesterifikasi)

Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang bersifat reversibel karena sifatnya yang reversibel, maka pergeseran reaksi biasanya dilakukan dengan menggunakan alkohol secara berlebih dari kesetimbangan stoikiometri. Dalam reaksi ini katalis basa digunakan untuk mempercepat reaksi. Reaksi transesterifikasi dilakukan pada temperatur  $60^{\circ}\text{C}$  -  $65^{\circ}\text{C}$ . Hal ini dikarenakan titik didih dari methanol kurang lebih  $65^{\circ}\text{C}$ . Apabila suhu pada reaksi mencapai titik didih methanol maka akan mengakibatkan methanol terbuang ke udara dan berpengaruh terhadap biodiesel yang dihasilkan. Semakin tinggi temperatur atau konversi yang diperoleh maka semakin cepat untuk waktu yang lebih singkat. Pelarutan senyawa NaOH ke dalam senyawa metanol memiliki fungsi untuk melarutkan air yang menjadi produk samping dari reaksi esterifikasi antara minyak goreng dengan NaOH [1].

Sementara itu, masing-masing konsentrasi metanol dan NaOH yang telah dilarutkan, dicampurkan pada minyak goreng 250 mL pada gelas beker. Suhu minyak goreng sebelum direaksikan dengan larutan NaOH dan metanol adalah  $65^{\circ}\text{C}$ . Suhu saat proses pengadukan minyak goreng dan larutan metanol dan NaOH, harus terjaga pada  $60^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $65^{\circ}\text{C}$  selama satu jam pengadukan. Penggunaan katalis NaOH dan kondisi suhu yang stabil akan membantu mempercepat reaksi yang terjadi. Saat proses pengadukan selesai, larutan kemudian dipindahkan ke dalam corong pisah. Di dalam corong pisah, larutan membentuk 2 jenis fase, yaitu metil ester pada bagian atas dan gliserol pada bagian bawah. Proses pemisahan antara metil ester dan gliserol harus dilakukan dengan cepat. Hal ini karena gliserol akan membeku saat penurunan suhu terjadi hingga setimbang dengan suhu lingkungan. Faktor utama yang mempengaruhi metal

ester pada reaksi transesterifikasi yaitu rasio molar antara trigliserida dan alkohol, jenis katalis yang digunakan, waktu reaksi, suhu yang menghambat reaksi ini.

Dalam melakukan pembuatan biodiesel ini melewati beberapa proses pertama memanaskan minyak sawit dengan suhu 61-65°C. Kemudian, larutan NaOH dengan metanol dituangkan ke dalam minyak sawit yang panas lalu di aduk menggunakan magnetic stirrer selama 1 jam. Setelah proses pengadukan selama satu jam lalu tuangkan ke dalam tabung pemisah lalu ditunggu selama 5 menit untuk memisahkan gliserol, emulsi dan biodiesel, sambil menunggu pemisahan panaskan aquades sebanyak 300 ml sampai 65°C. Kemudian menuangkan aquades pada corong pemisah untuk memisahkan gliserol lalu dilakukan penimbangan gliserol. Setelah itu lakukan pembilasan pertama menggunakan air panas lalu ditunggu hingga adanya 2 lapisan antara air yang bercampur emulsi dan biodiesel, setelah terpisah keluarkan air yang bercampur emulsi dari tabung pemisah lakukan sebanyak 2 kali pencucian. Setelah 2 kali pencucian maka biodiesel sudah dapat dikeluarkan dari corong pemisah yang selanjutnya ditimbang juga massa yang di dapat pada biodiesel tersebut [9].

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan perlakuan variasi jumlah katalis MeOH sebanyak 20%, 25%, dan 30% berat minyak pada reaksi transesterifikasi untuk menentukan pengaruh jumlah katalis MeOH yang digunakan terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan. Temperatur reaksi adalah 65 °C. Hasil yang didapatkan pada penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Data Hasil Penelitian**

No	Katalis	Minyak (ml)	Biodiesel (ml)	Biodiesel (gr)	Gliserol (gr)
1.	20%	250	221	189	40
2.	25%	250	236	201	32
3.	30%	250	121	103	95

Berdasarkan data hasil pembuatan biodiesel dengan 3 variasi jumlah katalis di mana pada katalis 30% menghasilkan biodiesel paling sedikit dan menghasilkan gliserol terbanyak yaitu sebesar 95 gr dan menghasilkan biodiesel terbanyak yaitu katalis 25% serta gliserol yang sedikit. Artinya variasi katalis terbaik pada penelitian kali ini yaitu katalis 25% karena menghasilkan biodiesel terbanyak dengan jumlah gliserol yang sedikit. Gliserol sendiri merupakan produk samping dari pembuatan biodiesel. Hal ini menunjukkan bahwasanya semakin banyak katalis yang digunakan maka semakin menurun kualitas biodiesel yang dihasilkan. Pencucian juga berpengaruh terhadap jumlah biodiesel yang dihasilkan hal ini dikarenakan apabila semakin banyak aquades yang tercampur pada biodiesel menyebabkan emulsi pada biodiesel akan semakin banyak dan mempengaruhi kualitas biodiesel.

#### 3.2 Pembahasan

### 3.2.1 Sifat Fisik Biodiesel

Minyak goreng yang digunakan dalam memiliki kadar air kurang dari 1% sehingga tidak perlu ada perlakuan untuk menghilangkan kadar air. Kadar air yang tinggi (lebih dari 1%) dapat mengakibatkan reaksi samping yaitu reaksi hidrolisis yang dapat mengganggu reaksi pembentukan biodiesel. Selain itu, kadar asam lemak bebas (FFA) menjadi perhitungan dalam pembuatan biodiesel dimana apabila kandungan FFA >5% maka minyak harus melewati proses esterifikasi yaitu penghilangan asam lemak bebas. Sedangkan apabila kandungan FFA <5% Maka dapat secara langsung menggunakan proses transesterifikasi. Pada pembuatan biodiesel dalam penelitian ini langsung menggunakan proses transesterifikasi tanpa melalui esterifikasi. Biodiesel yang dihasilkan jernih seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2. Biodiesel**

### 3.2.2 Perhitungan *Yield* Biodiesel

Berdasarkan data pada Tabel 1, maka dapat kita ketahui beberapa karakteristik dari biodiesel seperti nilai yield serta densitas. Sementara itu, nilai *Yield* Biodiesel dengan berat minyak dalam gram sebesar 232 gr dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$Yield = \frac{Biodiesel}{Minyak} \times 100\% \quad (1)$$

Berdasarkan rumus pada Persamaan 1, didapatkan nilai yield biodiesel untuk variasi katalis 20% adalah sebagai berikut.

$$Yield = \frac{189}{232} \times 100\% = 81,5\%$$

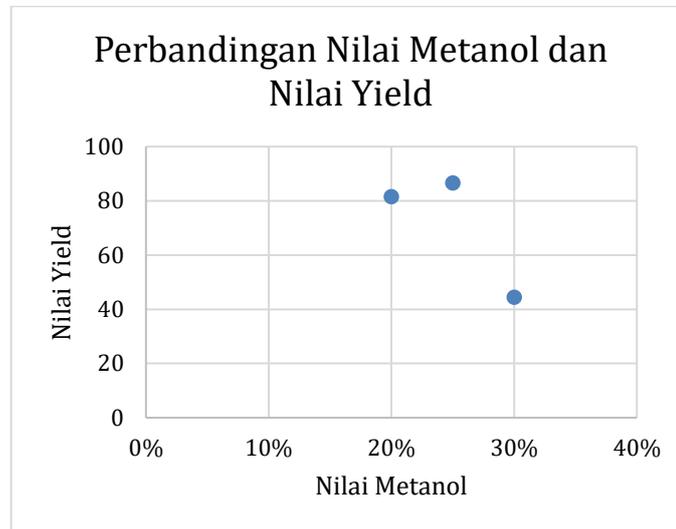
Sementara itu, nilai yield biodiesel untuk variasi katalis 25% adalah sebagai berikut.

$$Yield = \frac{201}{232} \times 100\% = 86,6\%$$

Sedangkan untuk variasi katalis 30% sebesar,

$$Yield = \frac{103}{232} \times 100\% = 44,4\%$$

Dalam hal ini terdapat pengaruh jumlah katalis terhadap *yield* biodiesel yang ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3. Pengaruh katalis terhadap *yield***

Gambar 3 dapat dilihat variasi jumlah katalis berpengaruh terhadap *yield* biodiesel. Meningkatnya jumlah katalis yang digunakan maka *yield* yang dihasilkan semakin menurun. Dimana pada penggunaan katalis 20% menghasilkan *yield* biodiesel sebesar 81,5%, sementara itu pada penggunaan katalis 25% menghasilkan biodiesel sebesar 86,6% dan terakhir penggunaan katalis 30% menghasilkan *yield* biodiesel sebesar 44,4%. Ketika jumlah katalis terlalu besar tidak akan meningkatkan *yield* produk karena akan membuat viskositas campuran dalam reaktor menjadi tinggi. Hal tersebut menyebabkan proses pengadukan menjadi tidak sempurna dan akan meningkatkan biaya produksi [2]. Adapun perbandingan nilai *yield* biodiesel ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Perbandingan Nilai *Yield***

No	Nilai Methanol	Nilai <i>Yield</i>
1	20%	81,5%
2	25%	86,6%
3	30%	44,4%

Nilai *yield* yang dihasilkan dipengaruhi juga oleh pengadukan pada saat pembuatan. Di mana pada penelitian kali ini menggunakan 2 cara yaitu menggunakan alat *magnetic stirrer* serta dengan pengadukan secara manual. Semakin konstan kecepatan yang dilakukan saat pengadukan, maka nilai *yield* yang dihasilkan akan semakin besar.

### 3.3 Perhitungan Densitas

Densitas minyak yang digunakan adalah 0,88 g/mL apabila dibandingkan dengan densitas biodiesel, maka densitas minyak lebih besar dibandingkan dengan densitas dari sebuah biodiesel berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 2006) adalah sebesar 0,85-0,89 g/ml. Hal ini

disebabkan karena pada saat terjadi reaksi transesterifikasi terjadi pemutusan rantai gliserol yang menyebabkan densitas biodiesel menjadi rendah. Pada penelitian kali ini, didapatkan nilai densitas menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Densitas} = \frac{\text{Gram Biodiesel}}{\text{Mili Biodiesel}} \quad (2)$$

Dengan hasil yang didapatkan untuk setiap variasi berdasarkan Persamaan 2. Sebagai berikut.

- Variasi 20% (189 gr biodiesel, 221 ml biodiesel)

$$\text{Densitas} = \frac{189}{221} = 0,85 \text{ g/ml}$$

- Variasi 25% (201 gr biodiesel, 236 ml biodiesel)

$$\text{Densitas} = \frac{201}{236} = 0,85 \text{ g/ml}$$

- Variasi 25% (103 gr biodiesel, 121 ml biodiesel)

$$\text{Densitas} = \frac{201}{236} = 0,85 \text{ g/ml}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka dapat kita ketahui bahwasanya densitas biodiesel yang dihasilkan dari penelitian ini dari masing-masing variasi adalah sebesar 0,85 g/ml, sehingga densitas tersebut sesuai dengan standar nasional Indonesia yaitu 0,85 g/ml. Nilai densitas dalam batas SNI dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna. Biodiesel dengan densitas yang melebihi standar akan menyebabkan reaksi pembakaran tidak sempurna sehingga dapat meningkatkan emisi dan keausan mesin.

### 3.4 Kelebihan dan Kekurangan Biodiesel

Biodiesel memiliki beberapa kelebihan diantaranya sebagai energi alternatif karna bahan baku berasal dari minyak nabati yang dapat diperbarui atau ditanam kembali, memiliki emisi yang rendah sehingga dapat mengurangi pencemaran udara dan merupakan bahan bakar yang memiliki sifat pelumas lebih bagus.

Dari berbagai kelebihan yang banyak dimiliki biodiesel masih ada beberapa kendala dalam pemanfaatan biodiesel ini di antaranya jika pada proses pembuatannya masih terdapat kadar air dan gliserol dapat menyebabkan mesin kendaraan mudah korosif. Selain itu, sumber bahan baku pembuatannya karena bahan baku biodiesel menggunakan bahan pangan yang dapat menyebabkan kelangkaan bahan pangan sehingga dapat meningkatnya harga pangan akibat kekurangan sumber daya alam yang tersedia. Di kalangan masyarakat, biodiesel masih tergolong mahal dibandingkan bahan bakar yang digunakan sehari-hari selain itu biodiesel tidak mendapatkan subsidi dari pemerintah sehingga harga yang dipasarkan dianggap lebih mahal.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut;

1. Variasi katalis terbaik pada penelitian kali ini yaitu katalis 25% karena menghasilkan biodiesel terbanyak dengan jumlah gliserol yang sedikit.
2. Penggunaan katalis 20% menghasilkan *yield* biodiesel sebesar 81,5%, sementara itu pada penggunaan katalis 25% menghasilkan biodiesel sebesar 86,6% dan terakhir penggunaan katalis 30% menghasilkan *yield* biodiesel sebesar 44,4%.
3. Semakin banyak katalis yang digunakan maka semakin menurun kualitas biodiesel yang dihasilkan.
4. Densitas biodiesel yang dihasilkan dari penelitian ini dari masing-masing variasi adalah sebesar 0,85 g/ml, sehingga densitas tersebut memenuhi standar nasional Indonesia yaitu 0,85 g/ml.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] H. Hariyanto, A. Gamayel, and F. Mulyana, "Pengaruh Campuran Biodiesel-Minyak Nabati-Minyak Atsiri Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Diesel," *Jurnal Mekanik Terapan*, vol. 2, no. 1, pp. 41-47, 2021.
- [2] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, "Dari energi fosil menuju energi terbarukan: potret kondisi minyak dan gas bumi Indonesia tahun 2020–2050," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154-162, 2021.
- [3] A. Husna, A. Azhari, L. Hakim, Z. Ginting, and R. Dewi, "Pemanfaatan minyak nabati (jarak pagar dan jarak kepyar) sebagai bahan baku biodiesel," *Chemical Engineering Journal Storage*, vol. 1, no. 2, pp. 81-94, 2021.
- [4] Wendi, "Pengaruh suhu reaksi dan jumlah katalis pada pembuatan biodiesel dari limbah lemak sapi dengan menggunakan katalis heterogen CaO dari kulit telur ayam," vol. 4, no. 1, pp. 35-41, 2015.
- [5] A. Rofik, "Variasi Rasio Mol Minyak: Metanol dan Berat Katalis Pada Transesterifikasi CPO Untuk Sintesis Biodiesel Menggunakan Katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1m)/CaO," Sarjana Skripsi, Departemen Kimia, Universitas Riau, Riau, 2019.
- [6] A. Prihanto and T. 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, pp. 30-36, 2018.
- [7] W. Andalia and I. Pratiwi, "Kinerja Katalis NaOH dan KOH ditinjau dari Kualitas Produk Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas," *Jurnal Tekno Global*, vol. 7, no. 2, pp. 66-73, 2018.
- [8] S. Oko and M. Feri, "Pengembangan katalis CaO dari cangkang telur ayam dengan impregnasi KOH dan aplikasinya terhadap pembuatan biodiesel dari minyak jarak," *Jurnal Teknologi*, vol. 11, no. 2, pp. 103-110, 2019.
- [9] H. Hadrah, M. Kasman, and F. M. Sari, "Analisis minyak jelantah sebagai bahan bakar biodiesel dengan proses transesterifikasi," *Jurnal Daur Lingkungan*, vol. 1, no. 1, pp. 16-21, 2018.