



## Analisis Kandungan Biodiesel Hasil Reaksi Transesterifikasi Minyak Jelantah Berdasarkan Perbedaan Konsentrasi Katalis NaOH Menggunakan GC-MS

Amirul Mukminin<sup>1\*</sup>, Eka Megawat<sup>1</sup>, I Ketut Warsa<sup>1</sup>, Yuniarti<sup>1</sup>, Wildan Azizul Umaro<sup>1</sup>, Dian Islamiati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>STT Migas Balikpapan, Indonesia

\*Korespondensi: [amirmin25@gmail.com](mailto:amirmin25@gmail.com)

### Info Artikel

Diterima 24  
Januari 2022

Disetujui 20  
Februari 2022

Dipublikasikan 24  
Februari 2022

Keywords:  
Biodiesel; Minyak  
Jelantah, Katalis  
basa NaOH; GC-  
MS

© 2022 The  
Author(s): This is  
an open-access  
article distributed  
under the terms of  
the Creative  
Commons  
Attribution  
ShareAlike (CC BY-  
SA 4.0)



### Abstrak

Pada penelitian ini telah diteliti pengaruh % konsentrasi massa katalis NaOH terhadap produksi metil ester (biodiesel) melalui transesterifikasi minyak goreng bekas (minyak jelantah) dan metanol. Hasil tertinggi ditemukan pada katalis NaOH 0,6% dengan rendemen 85%. Sedangkan untuk penggunaan katalis NaOH 0,4; 0,5; dan 0,7% massa katalis adalah masing-masing 65,5%, 67,8% dan 72%. Instrumen Gas Chromatography (GC) dan Mass Spectroscopy (MS) telah mampu mendeskripsikan secara kualitatif dan kuantitatif kandungan biodiesel sintetik. Analisis GC-MS telah mengidentifikasi 3 puncak yang memiliki nilai area lebih tinggi dari 14 puncak yang terdeteksi sebagai metil ester asam lemak. Hasil kromatogram deteksi GC-MS menunjukkan bahwa 3 puncak tertinggi adalah pada puncak ke 7 yaitu metil oleat, luas area 55,47 % dan waktu retensi 17,967 menit; puncak ke 4 adalah metil palmitat dengan luas 36,66% dan waktu retensi 16,127 menit; dan puncak ke 8 adalah metil stearat dengan luas 4,41% dan waktu retensi 18,101 menit. Sementara itu, puncak 2 adalah metil mersitat dengan luas area hanya 1,15%.

### Abstract

In this study, the effect of % mass concentration of NaOH catalyst on the production of methyl esters (biodiesel) has been investigated through the transesterification of used cooking oil and metanol. The highest yield was found in 0.6% NaOH catalyst with 85% yield. As for the use of NaOH catalyst 0.4; 0.5; and 0.7% by mass of catalyst are 65.5%, 67.8% and 72%, respectively. Gas Chromatography (GC) and Mass Spectroscopy (MS) instruments have been able to describe qualitatively and quantitatively the content of synthetic biodiesel. GC-MS analysis has identified 3 peaks that have area values higher than the 14 peaks detected as fatty acid methyl esters. The results of the GC-MS detection chromatogram showed that the 3 highest. The peaks of line 7 namely methyl oleate with an area of 55.47% and retention time of 17.67 minutes; the peak of line 4 was methyl palmitate with an area of 36.66% and retention time of 16.127 minutes; and the peak of line 8 was methyl stearate with an area of 4.41% and a retention time of 18.101 minutes. Meanwhile, the low peaks 2 is methyl myristate with an are only 1.15%

## 1. Pendahuluan

Minyak jelantah (minyak goreng bekas) telah banyak dilaporkan sebagai bahan baku biodiesel dan mempunyai kandungan asam lemak (*Free Fatty Acid*, FFA) yang tinggi hingga 5-30% b/b atau 3-40% b/b (Ma & Hanna, 1999; Maghami et al., 2015). Jenis asam lemak bebas (FFA) dalam minyak jelantah diantaranya adalah berupa asam laurik, asam miristat, asam palmitat, asam palmitoleat, asam stearat dan asam oleat. Kandungan FFA sangat menentukan jenis tahapan reaksi pembentukan biodiesel baik berupa reaksi transesterifikasi maupun reaksi eksterifikasi. Minyak goreng bekas lebih kental dibandingkan dengan minyak segar disebabkan oleh terbentuknya asam lemak jenuh pada saat terjadinya proses penggorengan (Ma & Hanna, 1999), (Greever, 1995).

Pengaruh konsentrasi % massa katalis NaOH pada pembuatan metil ester (biodiesel) telah dilaporkan Hadrah et al., 2018; Moeksin et al., 2017; Ningtyas, 2013; (Harahap & Yullia, 2018; Permana et al., 2020; Setiawati & Edwar, 2012). Dalam laporan mereka menjelaskan bahwa penggunaan katalis yang tepat dalam reaksi transesterifikasi sangat berpengaruh terhadap rendemen metil ester. Selain itu kualitas bahan baku yang mengandung asam lemak bebas sangat menentukan mutu biodiesel yang dihasilkan.

Proses pemurnian bahan baku minyak jelantah juga mempengaruhi hasil rendemen dan kualitas biodiesel yang berbeda-beda. Berdasarkan laporan (Ahmad et al., 2016)(Efendi et al., 2018b)(Majid et al., 2012)(Darmawan, 2013) telah diketahui bahwa rendemen dan kualitas biodiesel memberikan nilai sangat bervariasi. (Darmawan, 2013; Efendi et al., 2018a) melakukan pemurnian minyak jelantah melalui proses degumming (penghilangan getah) dengan asam HCl menghasilkan rendemen 84 %, sedangkan (Majid et al., 2012) melakukan pemurnian bahan baku minyak jelantah dengan cara bleaching (pemutihan) menghasilkan rendemen 97 %. Seluruh penelitian tersebut menunjukkan nilai seluruh parameternya sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

Proses pemurnian dengan penambahan proses kerja dan bahan kimia seperti yang telah diteliti sebelumnya tentu memberikan pengaruh terhadap biaya dan dampak lingkungan lainnya. Pemurnian bahan baku minyak jelantah yang mudah dan tidak membutuhkan bahan kimia tambahan dianggap memberikan keuntungan tersendiri. Oleh karena itu maka dalam laporan ini akan dipelajari bagaimana pengaruh rendemen dan kualitas biodiesel dari minyak jelantah tanpa pemurnian dengan bahan kimia.

Berdasarkan latar belakang di atas maka pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh konsentrasi % massa katalis NaOH dari jumlah total metanol dan minyak jelantah dengan variasi 0,4; 0,5; 0,6; dan 0,7 % massa katalis NaOH terhadap perolehan biodiesel dari bahan baku minyak jelantah tanpa proses pemurnian dengan bahan kimia. Katalis basa NaOH dipilih karena harganya murah, mudah didapatkan dan dikenal memiliki efektifitas katalisis yang baik dalam reaksi transesterifikasi minyak nabati dan hewani. Seluruh sampel akan dipelajari sifat kimia (% FFA, kadar Air, pH), kandungan dan sifat fisiknya (flash point, densitas, warna), kemudian akan dibandingkan dengan standar SNI Biodiesel. Untuk menentukan jenis, dan komposisi asam lemak dan kadar yang terkandung dalam sampel hasil reaksi transesterifikasi tersebut dapat dilakukan menggunakan instrument kromatografi gas (GC) dan spektroskopi massa (MS). Metode GC ini

juga mampu memberikan informasi turunan asam lemak dalam sampel. Metode analisis Massa Spectroscopy (MS) digunakan untuk menentukan fragmentasi asam lemak jenuh dan tak jenuh seperti yang telah dilaporkan oleh Ningtyas, 2013;(Muderawan & Daiwataningsih, 2016; Setiawati & Edwar, 2012)) dan masih banyak lagi.

## **2. Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Kimia kampus STT Migas Balikpapan. Pengukuran Gas Chromatography (GC)-Massa Spectroscopy (MS) dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia. Bahan baku yang digunakan adalah minyak jelantah yang telah digunakan sebanyak 6 kali pemakaian dari pedagang gorengan di sekitar kampus STT Migas Balikpapan. Bahan kimia berupa NaOH 99% pa, Metanol 98%, CH<sub>3</sub>COOH 98%, aquades, indikator Phenoptalen (PP). Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini seperangkat alat reaktor reflux (labu leher tiga 500 mL, termometer, pengaduk magnet, pemanas listrik dan sistem pendingin) sistem pendingin, kromatografi gas spektroskopi massa (GC-MS) QP type 2010 SE, vial injeksi, alat-alat gas, dan timbangan digital.

### **2.1 Preparasi Awal minyak jelantah**

Preparasi Awal minyak jelantah bertujuan untuk menghilangkan air dan pengotor. Proses pemisahan dilakukan melalui pemanasan 500 ml minyak jelantah pada suhu 100°C - 120°C sembari di aduk selama kurang lebih 10 menit (untuk menghilangkan kadar air). Penyaringan minyak jelantah (untuk menghilangkan kotoran yang berupa padatan). Bahan baku minyak jelantah yang telah bersih dari pengotor kemudian dilakukan karakterisasi dengan melakukan pengukuran densitas, kadar air, % FFA, pH dan identifikasi warna. Seluruh data ini di laporkan sebagai karakteristik awal bahan baku minyak jelantah

### **2.2 Reaksi Transesterifikasi Minyak Jelantah**

Minyak jelantah yang telah dipreparasi kemudian langsung diproses lebih lanjut melalui reaksi transesterifikasi. Masing-masing NaOH dengan variasi berturut-turut 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 % massa dari massa total minyak jelantah dan metanol. NaOH ditimbang kemudian dicampurkan dalam 100 ml metanol dalam gelas beker 250 ml, diaduk hingga homogen. Setelah didapatkan larutan yang homogen kemudian ditempatkan dalam labu leher tiga. Sebanyak 500 ml minyak jelantah dimasukkan dalam labu leher tiga yang telah berisi larutan campuran NaOH dan Metanol. Seluruh campuran kemudian dipanaskan selama 120 menit pada suhu 60°C dengan pengadukan tetap. Campuran hasil transesterifikasi didiamkan selama 24 jam didalam corong pisah (biodiesel pada bagian atas dan gliserol pada bagian bawah). Pencucian lapisan biodiesel dilakukan dengan aquades hingga pH netral. Metil ester yang telah di dapatkan kemudian direfluks untuk menghilangkan air pada suhu 100°C.

### **2.3 Identifikasi Sifat Fisika dan Kimia Metil Ester**

Seluruh sampel hasil reaksi transesterifikasi dipelajari sifat fisika dan kimia meliputi:

- a. Densitas merupakan perbandingan nilai massa terhadap volume metil ester

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{\text{piknolisi-piknol kosong}}{v(\text{ml})} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :  $\rho$ = (Massa Jenis),  $M$ = (Massa),  $V$ = (Volume)

- b. Free Fatty Acid (% FFA), kadar % FFA diukur dengan mentitrasi biodiesel dalam metanol dengan larutan NaOH yang telah di bakukan dengan Aquades dan *phenolphthalein* (pp).

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{EM Sampel}}{m \times 1000} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

- c. Perhitungan rendemen dilakukan dengan cara menghitung massa metil ester yang dihasilkan tanpa pengotor dengan jumlah bahan baku minyak jelantah. Perhitungan rendemen biodiesel dilakukan menggunakan rumus :

$$\text{Rendamen}(\%) = \frac{\text{Jumlah Minyak yang dihasilkan}}{\text{Jumlah bahan sebelum di olah}} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

- d. Pengujian kadar air dengan cara, volume biodiesel setelah dicuci kemudian dikurangi volume biodiesel setelah di uapkan diupakan. Adapun rumus perhitngan yang dipakai dalam perhitungan volume air :

$$\text{Air} = \frac{v \text{ Biodiesel setelah dicuci} - v \text{ Biodiesel setelah diuapkan}}{v (v \text{ Biodiesel setelah di cuci})} \times 100 \dots\dots(4)$$

- e. Titik nyala, pengujian titik nyala dilakukan dengan menggunakan alat uji ASTM D92,
- f. pH diukur menggunakan kertas lakmus universal pada bahan baku dan metil ester hasil reaksi
- g. Warna, Pengujian warna dilakukan dengan cara memasukan sample sampel ke dalam tabung reaksi yang telah diberi label penanda lalu diidentifikasi warna sampel secara visual.
- h. Destilasi, pengujian destilasi dilakukan dengan menggunakan alat uji ASTM D92, untuk menghitung IBP dan FBP.

## 2.4 Identifikasi Metil Ester dengan Gas Chromatography (GC)- Massa Spectroscopy (MS.)

Penentuan komponen metil ester (biodiesel) hasil reaksi transesterifikasi minyak jelantah dan metanol oleh katalis basa NaOH di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan seperangkat alat *Gas Chromatography* (GC)-*Massa Spectroscopy* (MS). Pengukuran dilakukan dengan kenaikan 10°C/menit dari suhu 25°C sampai suhu 299°C selama 29, 633 menit, dan detector menggunakan MS (Massa Spektrometer).

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Identifikasi Bahan Baku Minyak Jelantah

Tabel 1. di bawah ini memuat tentang hasil identifikasi awal sifat kimia dan fisika bahan baku minyak jelantah. Identifikasi tentang bahan baku yang akan digunakan dalam proses pembuatan metil ester (biodiesel) harus dilakukan untuk menentukan arah reaksi yang tepat dalam proses pembuatan biodiesel.

**Tabel 1.** Karakteristik Awal Bahan Baku Minyak Jelantah

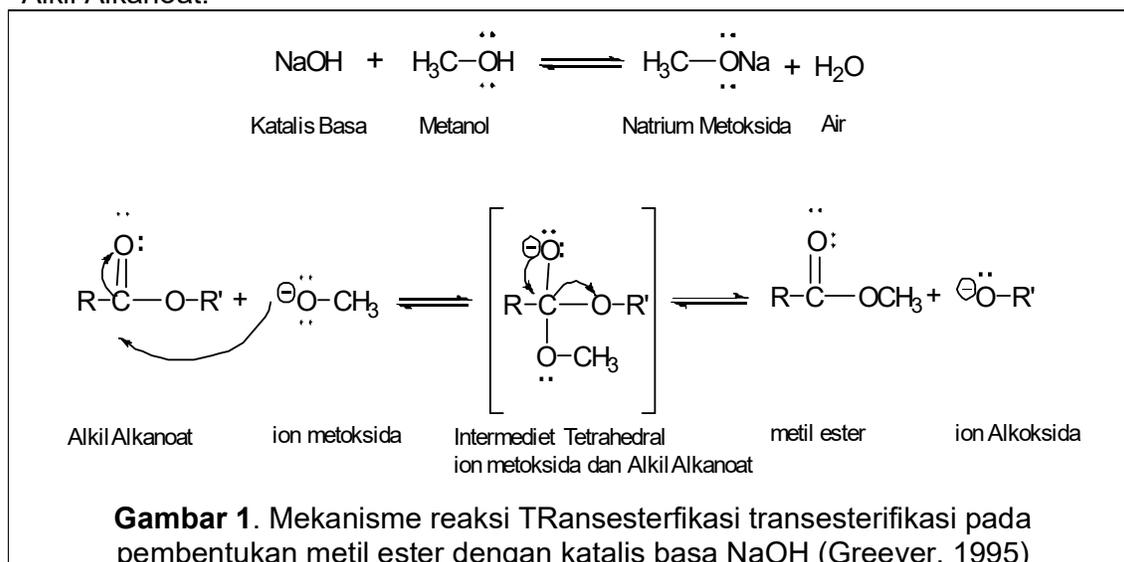
No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Densitas	Kg/m <sup>3</sup>	870
2	Kadar Air	%-volume	0,073
3	FFA	%	0,419
4	pH	-	6,05
5	Warna	-	Kuning kecoklatan

Sumber: diolah dari hasil penelitian 2021

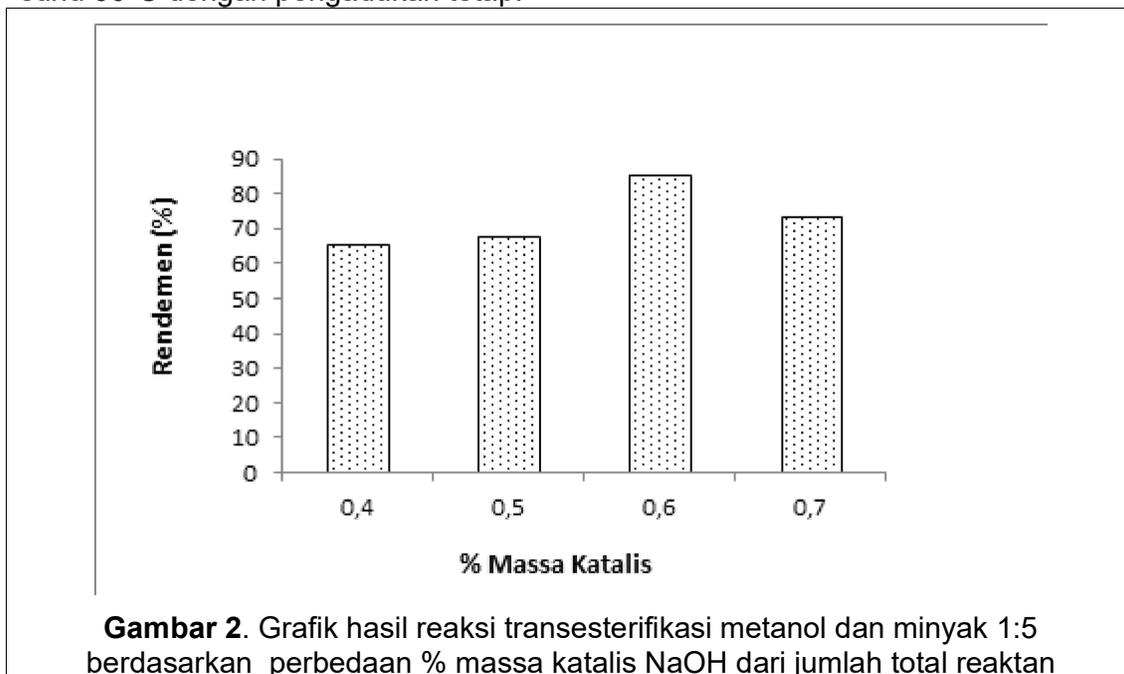
Berdasarkan data pada Tabel 1 di atas diketahui bahwa bahan baku minyak jelantah memiliki densitas 870 Kg/m<sup>3</sup>, pH netral, kadar air rendah sebesar 0,073 % volume serta kadar Free Fatty Acid (% FFA) sebesar 0,419 %. Menurut Prastyo, dkk 2011; Viriya-Empikul, dkk, 2012; dan Mosaddegh, dkk, 2013, jika kadar % FFA > 2% maka untuk mendapatkan biodiesel harus dilakukan proses esterifikasi terlebih dahulu untuk menurunkan kadar % FFA, namun jika % FFA < 2% maka pembuatan biodiesel dapat dilakukan menggunakan katalis basa yang dikenal sebagai proses transesterifikasi. Kadar % FFA yang > 2% dapat mengganggu proses pembentukan metil ester karena adanya reaksi saponifikasi (penyabunan) (Hossain & Mazen, 2010; Ma & Hanna, 1999; Prasetyo, 2018).

### 3.2 Reaksi transesterifikasi

Menurut reaksi transesterifikasi berlangsung bolak-balik, dimana salah satu reaktan (metanol) harus dibuat berlebih agar diperoleh hasil yang optimal. Metanol yang berlebihan dapat meningkatkan hasil konversi metil ester secara optimal (Greever, 1995) Reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa golongan logam alkali alkoksida dari alkohol dengan suatu basa alkali seperti NaOH. Reaksi antara metanol dengan NaOH membentuk senyawa natrium metoksida (alkoksida) yang di tunjukan pada gambar 1. Menurut (Greever, 1995), nukleofil pada reaksi transesterifikasi adalah gugus alkoksida (:OR). Reaksi pembentukan metil ester dalam kondisi basa suatu ester dengan ion alkoksida adalah reaksi substitusi nukleofilik melalui pembentukan intermediet tetrahedral antara ion metoksida dan Alkil Alkanoat.



Hasil reaksi transesterifikasi minyak jelantah dengan metanol dengan bantuan katalis NaOH ditunjukkan pada Gambar 2. Grafik di bawah ini menunjukkan hubungan pengaruh % massa katalis NaOH dari jumlah total metanol dan minyak dengan perbandingan 1:5 terhadap rendemen produk metil ester (biodiesel) hasil reaksi. Kondisi reaksi dipertahankan selama 120 menit pada suhu 60°C dengan pengadukan tetap.



Sumber: diolah dari hasil penelitian 2021

Berdasarkan gambar 2 diatas di atas diketahui bahwa rendemen tertinggi terdapat pada 0,6% massa katalis NaOH dengan perolehan sebesar 85 %. Sedangkan untuk penggunaan katalis NaOH 0,4 % dan 0,5% massa berturut-turut sebesar 65,5 dan 67,8 %. Namun pemberian katalis NaOH 0,7 % massa menunjukkan adanya pengurangan rendemen produk metil ester yaitu hanya sebesar 72 %. Diduga penggunaan katalis basa NaOH berlebih menyebabkan pembentukan sabun (saponifikasi). Pada kondisi katalis NaOH berlebih terjadi reaksi kompetisi pembentukan metil ester dan reaksi penyabunan. Hal ini disebabkan jumlah katalis basa (NaOH) yang diberikan sangat berlebih, dan pada kondisi reaksi saponifikasi, air yang terbentuk bereaksi dengan katalis sehingga jumlah metil ester yang diharapkan menjadi berkurang (Mastukik, 2006).

### 3.3 Identifikasi Metil Ester (biodiesel) Hasil Reaksi Transesterifikasi

Pada Tabel 2 di bawah ini adalah hasil identifikasi metil ester reaksi transesterifikasi. Pengujian densitas yang didapatkan dari sampel 1 menunjukkan angka 0,826 826 Kg/m<sup>3</sup>, sampel 2 menunjukkan angka 822 Kg/m<sup>3</sup>, sampel 3 menunjukkan angka 825 Kg/m<sup>3</sup>, dan sampel 4 menunjukkan angka 815 Kg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang densitas yakni 850-890 Kg/m<sup>3</sup>, semua variasi sampel tidak memenuhi syarat. Tidak terpenuhinya nilai densitas pada semua sampel dikarenakan tidak dilakukan proses pemurnian dari bahan baku minyak jelantah. Hal ini berbeda jika dilakukan pemurnian seperti yang telah di laporkan sebelumnya oleh (Darmawan, 2013; Efendi et al., 2018a)

melakukan pemurnian minyak jelantah melalui proses *degumming* (penghilangan getah) dengan asam HCl, sedangkan (Majid et al., 2012) melakukan pemurnian bahan baku minyak jelantah dengan cara *bleaching* (pemutihan) menghasilkan seluruh biodiesel hasil reaksi telah memenuhi SNI.

**Tabel 2.** Karakterisasi metil ester hasil reaksi transesterifikasi metanol dan minyak 1:5 berdasarkan perbedaan % massa katalis NaOH

Pengujian	Satuan	Nilai SNI	Hasil Reaksi Transesterifikasi			
			0,4 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %
Densitas	Kg/m <sup>3</sup>	850-890	826	822	835	815
Titik Nyala	°C	Min 100	176	182	185	176
Destilasi 90%	°C	Maks 360	352	354	350	335
Kadar Air	%-volume	Maks 0,05	0,073	0,071	0,011	0,026
FFA	%	Maks 0.8	0,16	0,192	0,32	0,64
Warna	-	Kuning Emas	Kuning Emas	Kuning Emas	Kuning Emas	Kuning Emas
pH	-	6	6	6	6	6

Sumber: diolah dari hasil penelitian 2021

Berdasarkan hasil pengujian titik nyala (*flash point*) dari sampel yang diuji katalis dengan 0,4; 0,5; 0,6; dan 0,7 % massa katalis NaOH dari jumlah total metanol dan minyak jelantah berturut-turut adalah sebesar 176 °C, 182 °C, 185 °C, dan 176 °C. Titik nyala yang tinggi akan memudahkan penanganan bahan bakar, karena tidak perlu disimpan pada suhu rendah, sebaliknya titik nyala yang terlalu rendah akan membahayakan karena tingginya resiko terjadi penyalaan (Ma & Hanna, 1999). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai *titik nyala* yakni pada suhu minimal 100 °C, semua variasi sampel memenuhi syarat.

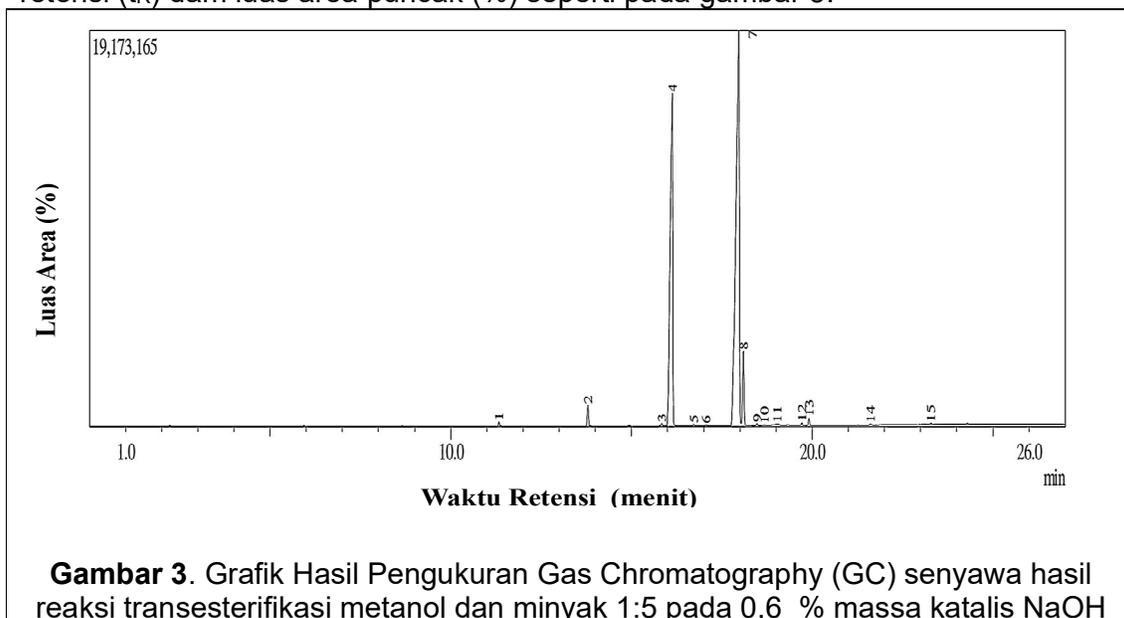
Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai destilasi 90% maksimal 360 °C, semua variasi sampel telah memenuhi syarat. Uji kandungan kadar air adalah penentuan kandungan air yang terdapat pada produk biodiesel. Jika dalam suatu produk biodiesel mengandung kadar air yang melebihi standar SNI yaitu 0,05 %-Volume dari sampel maka dikawatirkan di khawatirkan akan menyebabkan masalah dalam sistem mesin kendaraan. Makin kecil kadar air dalam minyak maka mutunya akan semakin baik pula karena akan memperkecil terjadinya hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas. Kandungan air dalam bahan bakar dapat juga menyebabkan turunnya panas pembakaran, berbusa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam (Ma & Hanna, 1999; Prasetyo, 2018). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai kandungan air tidak boleh lebih dari 0,05 %-Volume dari sampel. Dari hasil pengujian kadar air diketahui bahwa sampel 0,4 % dan 0,5% massa katalis NaOH melebihi SNI yakni berturut-turut sebesar 0,073

dan 0,071 % volume. Sedangkan sampel 0,6 % dan 0,7% massa katalis NaOH telah masuk SNI yakni berturut-turut sebesar 0,0116 dan 0,026 % volume.

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai kadar asam yang terkandung dalam biodiesel memiliki batasan yakni maksimum 0,8 Mg/KOH/g jika sampel yang memiliki angka di atas maksimum tersebut maka akan menyebabkan korosif dan dapat menimbulkan kerak pada injektor mesin diesel (Prastyo et al., 2011). Berdasarkan dari hasil tersebut dibandingkan dengan SNI maka semua sampel telah memenuhi batasan angka asam yang ditetapkan.

### 3.4 Analisis Metil Ester dengan Gas Chromatography (GC)- Massa Spectroscopy (MS.)

Analisis kandungan asam lemak dapat dilakukan melalui pemisahan secara kuantitatif dengan metode *Gas Chromatography* (GC). Metode GC ini juga mampu memberikan informasi turunan asam lemak dalam sampel. Metode analisis *Massa Spectroscopy* (MS) digunakan untuk menentukan fragmentasi asam lemak jenuh dan tak jenuh, dan letak ikatan rangkap jenis asam lemak (Ningtyas, 2013). Gambar 3 menunjukkan hasil identifikasi GC metil ester sampel 0,6 % massa katalis NaOH. Sampel 0,6% massa katalis NaOH dipilih untuk di uji diuji kandungan metil ester dengan GC-MS karena telah diketahui sebelumnya memiliki hasil rendemen yang paling baik yaitu 85 % serta di karenakan nilai SNI untuk pengukuran titik nyala, kadar air, pH dan % FFA telah memenuhi. Hasil Kromatogram yang diperoleh menunjukkan adanya 14 puncak dengan waktu retensi ( $t_R$ ) dan luas area puncak (%) seperti pada gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Hasil Pengukuran Gas Chromatography (GC) senyawa hasil reaksi transesterifikasi metanol dan minyak 1:5 pada 0,6 % massa katalis NaOH

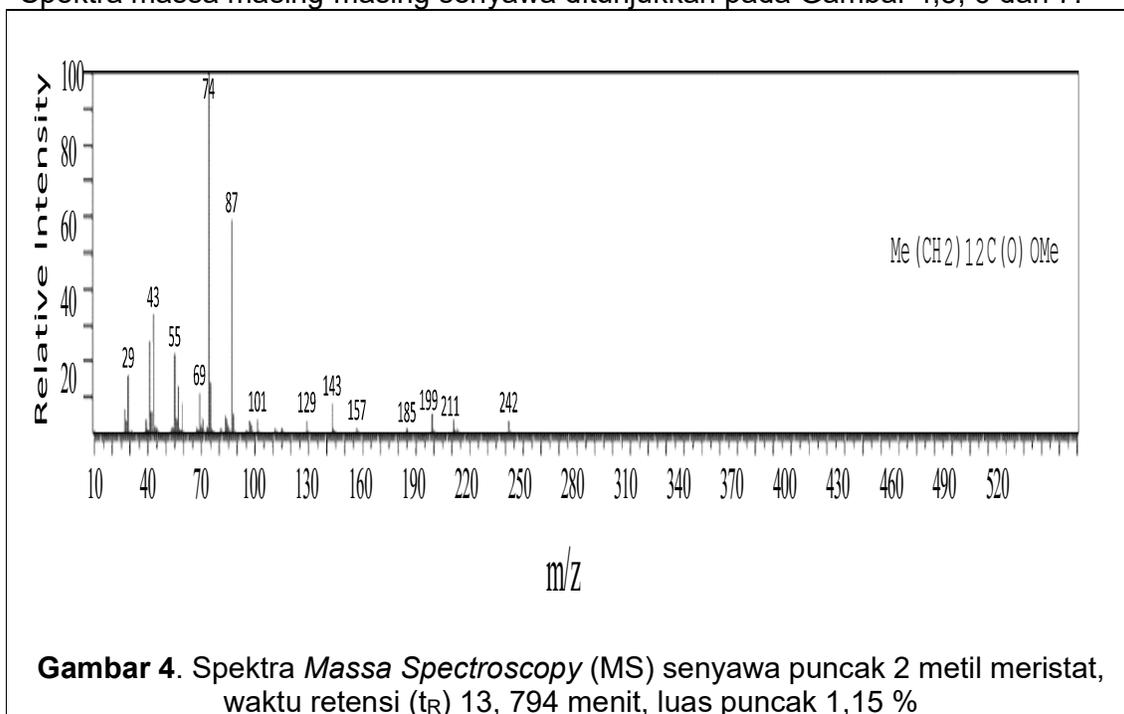
Sumber: diolah dari hasil penelitian 2021

Analisis GC-MS pada metil ester hasil reaksi transesterifikasi menunjukkan jumlah dan jenis ester yang berbeda. Hal ini ditandai dengan adanya 14 puncak-puncak senyawa ester yang muncul dengan puncak tajam dan waktu retensi yang berbeda-beda (Gambar 3). Jenis ester rantai pendek bersifat polar daripada ester rantai panjang (Greever, 1995). Prinsip pemisahan *like dissolve like* menjadi acuan bahwa jenis ester dengan rantai yang lebih panjang memiliki waktu retensi

(retention time,  $t_R$ ) yang lebih lama. Detektor pada GC akan terlebih dahulu membaca senyawa yang memiliki rantai hidrokarbon pendek karena sangat mudah terbawa oleh fasa gerak. Hal ini dikarenakan waktu tinggal rantai karbon pendek berinteraksi lemah dengan kolom jika dibandingkan dengan rantai panjang. Rantai pendek polar akan lebih awal muncul daripada rantai panjang non polar. Asam lemak mempunyai gugus karboksilat tunggal dan rantai hidrokarbon non-polar, menyebabkan lemak tidak larut dalam air (Greever, 1995).

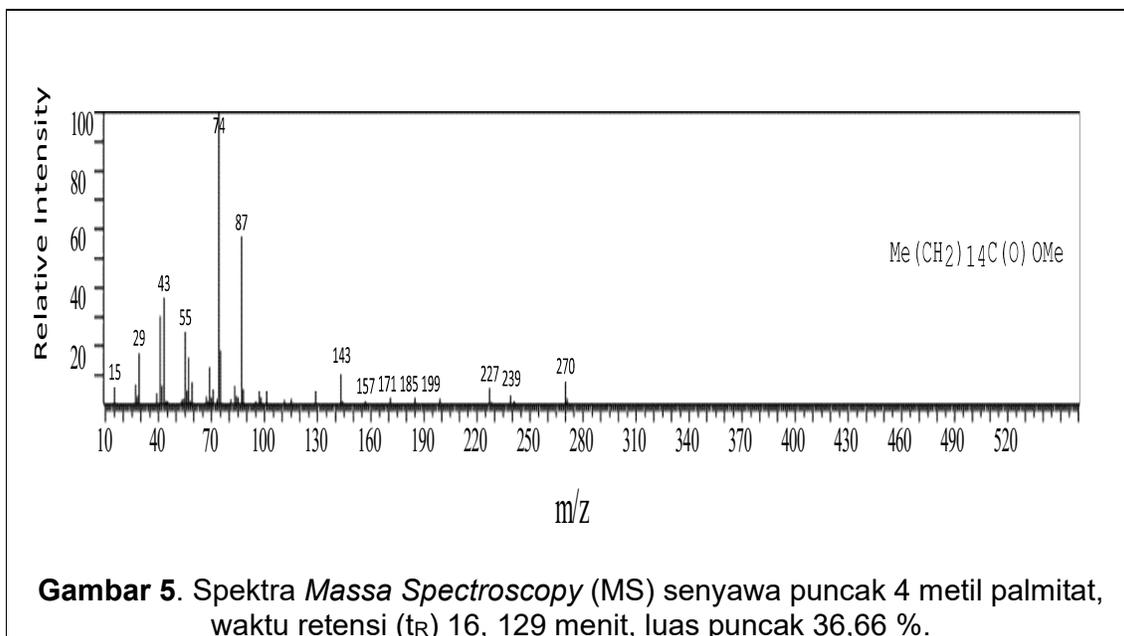
Analisis GC-MS telah mengidentifikasi terdapat 3 puncak yang memiliki nilai luas area yang lebih tinggi dari 14 puncak yang terdeteksi sebagai metil ester atau asam lemak. Kromatogram hasil deteksi GC-MS menunjukkan bahwa 3 puncak tertinggi tersebut masing-masing adalah puncak 7 merupakan metil oleat ( $C_{19}H_{36}O_2$ ), luas area 55,47% dan waktu retensi 17,967 menit; puncak 4 adalah metil palmitat ( $C_{17}H_{34}O_2$ ) dengan luas area 36,66% dan waktu retensi 16,127 menit; serta puncak 8 adalah metil stearate ( $C_{19}H_{38}O_2$ ) dengan luas area 4,41% dan waktu retensi 18,101 menit. Sedangkan puncak 2 menunjukkan nilai yang rendah dengan luas area 1,15 % waktu retensi 13,794. Puncak 2 berdasarkan analisis MS menunjukkan adanya molekul metil meristat ( $C_{15}H_{30}O_2$ )

Berdasarkan luas area tersebut bahwa metil oleat memiliki kelimpahan yang paling besar. Menurut (Gultom, 2001; Ma & Hanna, 1999) asam palmitat merupakan asam lemak jenuh terpenting, sedangkan asam oleat yang berisi satu ikatan rangkap merupakan asam lemak tak jenuh terpenting. Biofuel yang mengandung asam lemak jenuh tinggi merupakan metil ester yang tahan terhadap oksidasi dari udara, dan mempunyai bilangan oktan yang tinggi (Gultom, 2001). Spektra massa masing-masing senyawa ditunjukkan pada Gambar 4, 5, 6 dan 7.

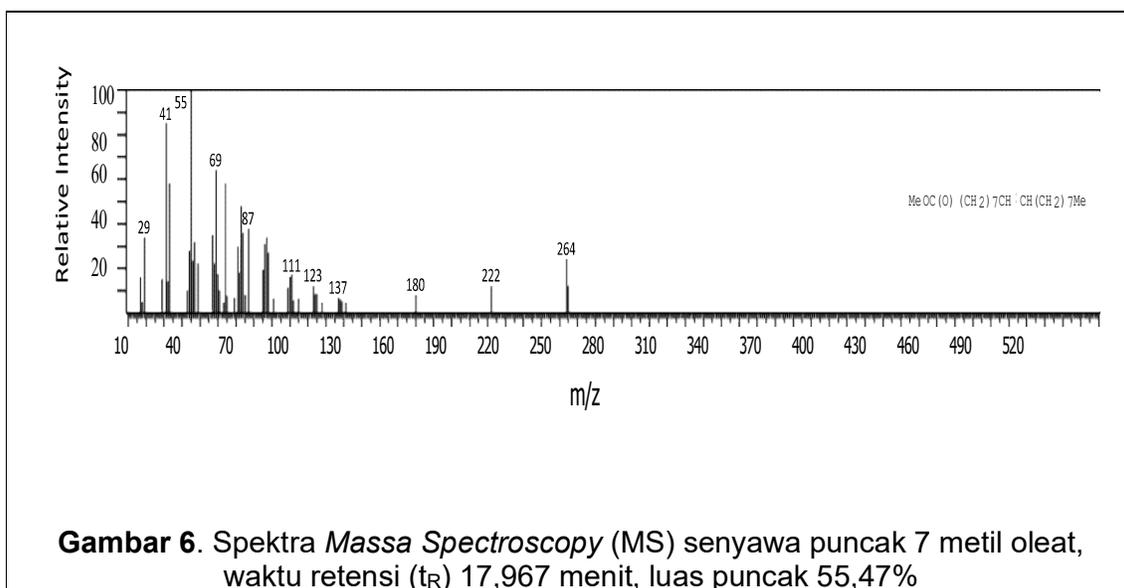


**Gambar 4.** Spektra *Massa Spectroscopy* (MS) senyawa puncak 2 metil meristat, waktu retensi ( $t_R$ ) 13, 794 menit, luas puncak 1,15 %

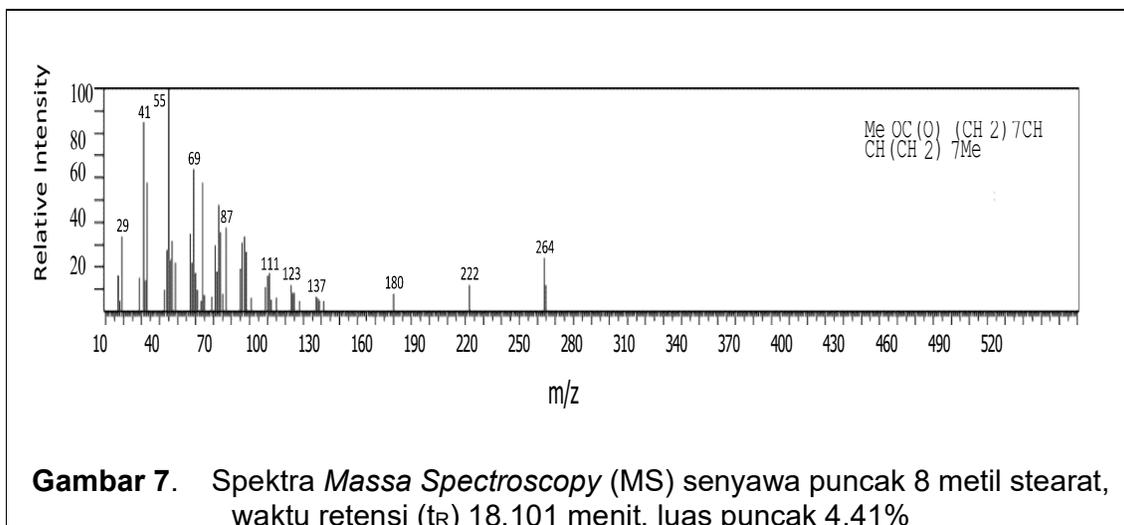
Sumber: diolah dari hasil penelitian 2021



Sumber: diolah dari hasil penelitian 2021



Sumber: diolah dari hasil penelitian 2021



*Sumber: diolah dari hasil penelitian 2021*

Analisis spektroskopi massa menunjukkan spektrum massa senyawa metil ester bervariasi seperti pada gambar 4, 5, 6, dan 7. Seluruh metil ester menunjukkan spektrum yang khas terhadap masing-masing senyawa yang bergantung pada berat molekulnya. Berdasarkan spektrum di atas yang kemudian di tuangkan dalam tabel 3 di bawah ini, diketahui metil miristat memiliki berat molekul 242 yang akan terbaca terlebih dahulu dengan waktu retensi singkat 13,785 menit. Kemudian akan terbaca puncak 4 metil palmitat berat molekul 270 dengan waktu retensi 16,123 menit, serta disusul oleh metil oleat dan metil stearat dengan berat molekul masing-masing 295,5 dan 298. Hasil spektrum tersebut menunjukkan bahwa semakin berat molekul suatu senyawa maka semakin lama waktu retensinya yang artinya interaksi terhadap kolom alat gas kromatografi semakin lama (Karasek & Clement, 2012). Melalui mekanisme pemisahan GC-MS ini maka telah di ketahui dengan pasti kandungan penyusun metil ester dalam sampel hasil reaksi transesterifikasi.

**Tabel 3.** Analisis *Massa Spectroscopy* (MS) senyawa hasil reaksi transesterifikasi metanol dan minyak 1:5 pada 0,6 % massa katalis NaOH

Waktu Retensi, $t_R$ (menit)	Rumus Molekul	Nama Senyawa	Berat Molekul	Luas Puncak (%)
13,785	$C_{15}H_{30}O_2$	Metil Miristat	242	1,15
16,123	$C_{17}H_{34}O_2$	Metil Palmitat	270	36,66
17,967	$C_{19}H_{36}O_2$	Metil Oleat	296,5	55,47
18,101	$C_{19}H_{38}O_2$	Metil Stearat	298	4,41
TOTAL				97,69

#### 4. Kesimpulan

Reaksi transesterifikasi minyak jelantah dan metanol memberikan hasil rendemen terbaik pada katalis NaOH 0,6% massa sebesar 85%. Sedangkan untuk

penggunaan katalis NaOH 0,4; 0,5; dan 0,7% massa katalis adalah masing-masing 65,5%, 67,8% dan 72%. Instrumen *Gas Chromatography* (GC) dan *Mass Spectroscopy* (MS) telah mampu mendeskripsikan secara kualitatif dan kuantitatif kandungan biodiesel sintetik. Analisis GC-MS telah mengidentifikasi 3 puncak yang memiliki nilai area lebih tinggi dari 14 puncak yang terdeteksi sebagai metil ester asam lemak. Hasil kromatogram deteksi GC-MS menunjukkan bahwa 3 puncak tertinggi adalah pada puncak ke 7 yaitu metil oleat, luas area 64,6255,47 % dan waktu retensi 17,9217,967 menit; puncak ke 4 adalah metil palmitat dengan luas 25,3336,66% dan waktu retensi 17,9216,127 menit; dan puncak ke 8 adalah methyl nonadecanoatemetil stearat dengan luas 4,8741% dan waktu retensi 18.09318,101 menit. Sementara itu, puncak 2 adalah terendah menunjukkan bahwa senyawa metil miristat dan siklooktadekanol masing-masing sebesar 1,12% dan 1,45%. metil mersitat dengan luas area hanya 1,15%

## 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pemberi dana kegiatan penelitian ini melalui program hibah internal LPPM STT Migas Balikpapan. Program ini adalah wujud visi dari misi STT Migas Balikpapan untuk menjadi perguruan tinggi yang unggul di Kalimantan Timur

## Daftar Pustaka

- Ahmad, H. S., Bialangi, N., & Salimi, Y. K. (2016). Pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 11(2), 204–214.
- Darmawan, F. I. (2013). Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Metode Pencucian Dry-Wash Sistem. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(01).
- Efendi, R., Faiz, H. A. N., & Firdaus, E. R. (2018a). Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasi transesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 9, 402–409.
- Greever, J. C. (1995). *Organic Chemistry*, (Fessenden, Ralph J.; Fessenden, Joan S.). ACS Publications.
- Gultom, T. (2001). *Individual Textbook Biokimia*. Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Harahap, J., & Yullia, Y. (2018). Potensi Pemanfaatan Limbah Minyak Jelantah Kota Banda Aceh Sebagai Sumber Energi Alternatif (Biodiesel). *Elkawanie: Journal of Islamic Science and Technology*, 4(2), 151–164.
- Hossain, A. B. M. S., & Mazen, M. A. (2010). Effects of catalyst types and concentrations on biodiesel production from waste soybean oil biomass as renewable energy and environmental recycling process. *Australian Journal of Crop Science*, 4(7), 550–555.
- Karasek, F. W., & Clement, R. E. (2012). *Basic gas chromatography-mass spectrometry: principles and techniques*. Elsevier.
- Ma, F., & Hanna, M. A. (1999). Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology*, 70(1), 1–15.
- Majid, A. A., Prasetyo, D., & Danarto, Y. C. (2012). *Pembuatan biodiesel dari*

*minyak jelantah dengan menggunakan iradiasi gelombang mikro.*

- Mastukik, D. (2006). *Transesterifikasi minyak jelantah kelapa sawit menjadi Biodiesel menggunakan katalis NaOH tanpa proses esterifikasi dan katalis asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Zeolit-Y) melalui proses esterifikasi*. Universitas Gadjah Mada.
- Muderawan, I. W., & Daiwataningsih, N. K. P. (2016). Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum L.*) dan Analisis Metil Esternya dengan GC-MS. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*.
- Ningtyas, D. P. (2013). Pengaruh Katalis Basa (NaOH) pada Tahap Reaksi Transesterifikasi terhadap Kualitas Biofuel dari Minyak Tepung Ikan Sardin. *Jurnal Teknosains*, 2(2).
- Permana, E., Naswir, M., Sinaga, M. E. T., Alfairuz, A., & Murti, S. D. S. (2020). Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah Berdasarkan Proses Saponifikasi dan Tanpa Saponifikasi. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 6(1), 26–31.
- Prasetyo, J. (2018). Studi Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 2(2), 45–54.
- Prastyo, H. S., Margaretha, Y. Y., & Aning Ayucitra, S. (2011). *Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit dengan Menggunakan Katalis Padat dari Cangkang Keong Mas (Pomacea sp.)*.
- Setiawati, E., & Edwar, F. (2012). Teknologi Pengolahan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel. *Riset Industri*.