

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIODIESEL BERBASIS MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN METODE *RUTE NON-ALCOHOL*

Nur Humaira^{1,*}, Zulkifli², Saifuddin³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe

24301 Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

*e-mail: nrhumairaa006@gmail.com

Abstract

Biodiesel as an alternative fuel to replace diesel has a very important function for the availability of long-term energy supply. The purpose of this study was to determine the effect of reactant ratios and the use of catalysts on the characteristics of biodiesel from used cooking oil using the non-alcoholic route. This research was conducted using the non-alcoholic route method by varying the reactant ratio (1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6) mol and varying the KOH catalyst (0.2; 0.3; 0.4 ; 0.5; 0.6)% of the mass of used cooking oil. The results showed that the reactant ratio of 1:6 and 0.6% catalyst was the best result by producing 0.16% FFA, viscosity of 3.5 cSt, density of 860 kg/m³, heating value of 8916.826 Kcal/g, cetane number of 76.8. From the results of the analysis above, it shows that the biodiesel produced is included in the SNI 04-7182: 2015 standard.

Keywords: Biodiesel, KOH catalyst, non-alcoholic route, used cooking oil.

PENDAHULUAN

Dengan semakin banyaknya industri yang menggunakan mesin diesel, sumber energi yang berasal dari minyak bumi secara bertahap akan berkurang. Hal ini menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar, yang dapat menimbulkan potensi krisis karena tidak memadainya ketersediaan sumber daya energi yang sesuai dengan kebutuhan konsumsi solar. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak akan bahan bakar alternatif untuk mengatasi masalah ini.

Dalam beberapa tahun terakhir, biodiesel menjadi alternatif yang menjanjikan untuk menggantikan minyak bumi sebagai sumber bahan bakar [1-3]. Bahan bakar pengganti ini memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan karena beberapa faktor antara lain ramah lingkungan dan tidak berkontribusi terhadap pencemaran planet kita, bersifat terbarukan, artinya dapat diproduksi terus menerus tanpa takut habis, bahan ini tidak beracun,

menjadikannya pilihan yang lebih aman bagi manusia dan lingkungan, dan bahan mentah yang dibutuhkan untuk memproduksi biodiesel tersedia dalam jumlah melimpah, sehingga menjadikannya sumber bahan bakar yang mudah diakses .

Konsumsi minyak jelantah bisa sangat berbahaya bagi kesehatan karena mengandung senyawa radikal penyebab kanker [4]. Selain itu, membuang minyak jelantah ke lingkungan juga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Sebaliknya, produk limbah ini dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan mentah yang berharga untuk produksi biodiesel. Hal ini dimungkinkan dengan adanya trigliserida yang masih ada pada minyak jelantah.

Pendekatan jalur non-alkohol menunjukkan potensi besar dalam mengatasi kekurangan katalis basa. Secara khusus, teknik ini memungkinkan arah reaksi menuju hasil tertentu, tanpa reaksi samping yang tidak diinginkan. Selain itu,

pendekatan ini mengurangi ketergantungan pada alkohol sebagai bahan baku utama dan sebaliknya memungkinkan penggunaan bahan baku alternatif yang lebih berkelanjutan dan mudah diakses.

Dalam proses produksi biodiesel, digunakan sejumlah katalis basa seperti NaOH, KOH, K₂CO₃, dan CaO untuk mempercepat proses pembuatan bahan bakar tersebut. Khususnya, untuk reaksi interesterifikasi dalam produksi biodiesel, KOH merupakan katalis pilihan karena lebih murah, ramah lingkungan, dan tidak beracun. Selain itu, produk sampingan yang dihasilkan, *triacylglycerol* (*triacetin*) memiliki nilai pasar yang lebih tinggi dibandingkan produk sampingan beralkohol, gliserol.

Pedoman penggunaan biodiesel ditetapkan melalui Keputusan Direktur Jenderal EBTKE No. 189.K/10/DJE/2019 yang menguraikan standar dan mutu (spesifikasi) yang dipersyaratkan untuk biodiesel yang tergolong bahan bakar dalam negeri. Selain itu, ada standar pengujian khusus yang harus dipenuhi, yang dituangkan dalam SNI 04-7182-2015 seperti diberikan dalam Tabel 1 dan persyaratan biodiesel standar SNI 04-7128-2006 diberikan dalam Tabel 2.

Dibandingkan dengan bahan bakar minyak bumi, biodiesel memiliki sejumlah keunggulan, termasuk kemampuan untuk diproduksi secara lokal menggunakan sumber minyak dan lemak alami yang dapat diakses secara lokal, proses produksi menjadi lebih ramah lingkungan karena emisi rendah CO, NO, dan belerang serta produk pembakaran lainnya, dan kemampuan untuk terurai lebih cepat di alam. Memanfaatkan biodiesel juga dapat menjaga keberlanjutan sungai dan sumber air minum, mengurangi polusi tanah, dan meminimalkan polusi udara [5-7].

Selain manfaat tersebut, biodiesel memiliki kekurangan, diantaranya adalah minyak nabati memiliki viskositas yang 20 kali lebih besar dari bahan bakar diesel fosil, yang berdampak pada bagaimana bahan

bakar teratomisasi dalam ruang bakar mesin diesel. Tenaga mesin (*power*) akan berkurang karena atomisasi yang buruk, dan pembakaran mesin akan menjadi tidak sempurna [8].

Tabel 1 Persyaratan SNI biodiesel [9]

Parameter	Satuan	Nilai
Massa jenis pada 40°C	kg/m ³	850 – 890
Viskositas kinematic pada 40°C	Mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
Angka setana		min. 51
Titik nyala	°C	Min. 100
Titik kabut	°C	maks. 18
Korosi lempeng tembaga 3 jam pada 50 °C)		Nomor 1
Parameter	Satuan	Nilai
Residu karbon	%-massa	
- dalam contoh asli		maks.
- dalam 10% ampas distilasi		O,05
Air dan sedimen	%-volume	maks.0,3
Temperature distilasi 90%	°C	maks. 360
Abu tersulfatkan	%-massa	maks. 0,02
Belerang	mg/kg	maks. 50
Fosfor	mg/kg	maks. 4
Angka asam	Mg-KOH/g	maks. 0,5
Gliserol bebas	%-massa	maks. 0,02
Gliserol tetap	%-massa	maks. 0,24
Kadar ester metil	%-massa	min. 96,5
Angka iodium	%-massa (g-I ₂ /100g)	maks. 115
Kestabilan oksidasi periode induksi metode racimat atau periode induksi metode petro oksidasi Monogliserida	Menit	480
	%-massa	maks. 0,8

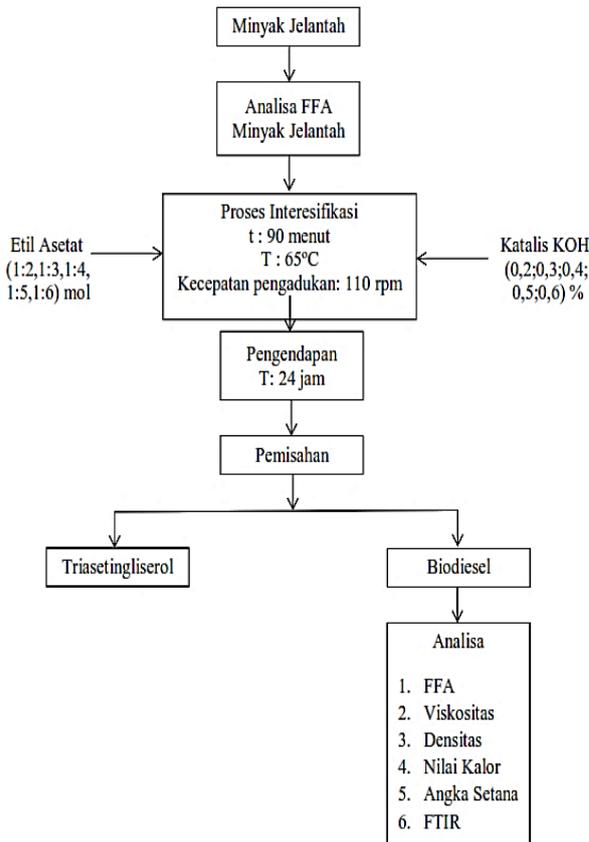
Tabel 2. Parameter biodiesel standar SNI 04-7128:2006

Parameter	Satuan	Nilai
Indek Bias	-	1,3 – 1,45
Nilai Kalor	Kcal/Kg	Maks, 9938,76

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium *Teaching Factory* Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri

Lhokseumawe. Diagram alir proses pembuatan biodiesel ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan biodiesel

Kadar asam lemak bebas yang terdapat pada minyak jelantah ditentukan melalui analisis FFA. Apabila FFA yang dihasilkan melebihi 5% maka proses interesterifikasi dapat dilanjutkan tanpa pengolahan lebih lanjut.

Untuk memproses sampel, metode rute non-alkohol digunakan. Sampel dimasukkan ke dalam reaktor dan dicampur dengan minyak jelantah dan etil asetat dengan perbandingan 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, dan 1:6 mol, serta katalis sebanyak 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 dan 0,6% dari berat bahan baku. Proses interesterifikasi berlangsung selama 90 menit, pada suhu 65 °C, dan kecepatan pengaduk 110 rpm. Selanjutnya dilakukan pengendapan selama 24 jam sehingga terbentuk dua lapisan yaitu triasetinglisrol dan biodiesel. Lapisan-lapisan tersebut

kemudian dipisahkan, dan hanya biodieselnnya yang dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan biodiesel dengan metode non alkohol dilakukan dengan proses interesterifikasi pada variasi konsentrasi katalis KOH dan rasio reaktan. Data hasil penelitian diberikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil penelitian

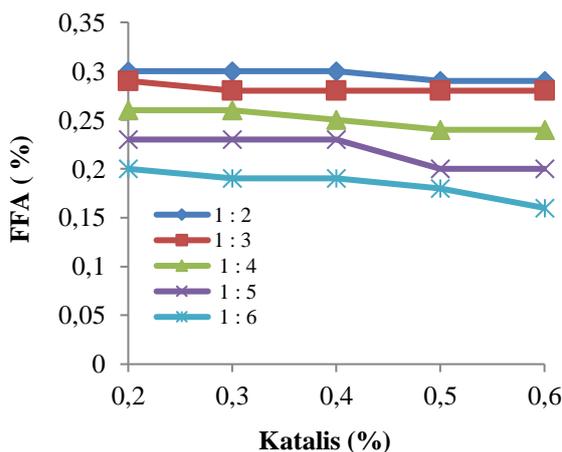
Ratio Reaktan (mol)	Katalis KOH (%)	Analisa		
		FFA (%)	Viskositas (cSt)	Densitas (kg/m ³)
1:2	0,2	0,30	8,45	870
	0,3	0,30	7,82	870
	0,4	0,30	7,2	870
	0,5	0,29	6,85	870
	0,6	0,29	6,5	870
1:3	0,2	0,29	6,25	870
	0,3	0,28	6,1	870
	0,4	0,28	5,95	870
	0,5	0,28	5,8	870
	0,6	0,28	5,65	870
1:4	0,2	0,26	5,3	870
	0,3	0,26	5,15	870
	0,4	0,25	5	870
	0,5	0,24	5	870
	0,6	0,24	5	870
1:5	0,2	0,23	4,8	860
	0,3	0,23	4,7	860
	0,4	0,23	4,6	860
	0,5	0,20	4,3	860
	0,6	0,20	4	860
1:6	0,2	0,20	4,4	860
	0,3	0,19	4,07	860
	0,4	0,19	3,75	860
	0,5	0,18	3,62	860
	0,6	0,16	3,5	860

Penelitian ini difokuskan pada analisa karakteristik biodiesel berbahan minyak jelantah yang merupakan limbah rumah tangga menggunakan metode rute non alkohol. Sampel yang digunakan adalah minyak jelantah yang diolah melalui proses interesterifikasi pada suhu 65 °C selama 90 menit. Minyak jelantah tersebut dicampur dengan etil asetat yang divariasikan dengan rasio 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6 mol dan dengan penggunaan katalis yang divariasikan

sebanyak 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 % dari massa minyak jelantah.

Analisa FFA

Kadar FFA sangat mempengaruhi keberhasilan dari proses pembuatan biodiesel. Kadar FFA yang tinggi bersifat merugikan oleh karena itu perlu dilakukan reaksi interesifikasi dengan katalis KOH guna menurunkan kadar FFA tersebut. Pengaruh rasio reaktan dan katalis terhadap FFA diberikan pada Gambar 2.

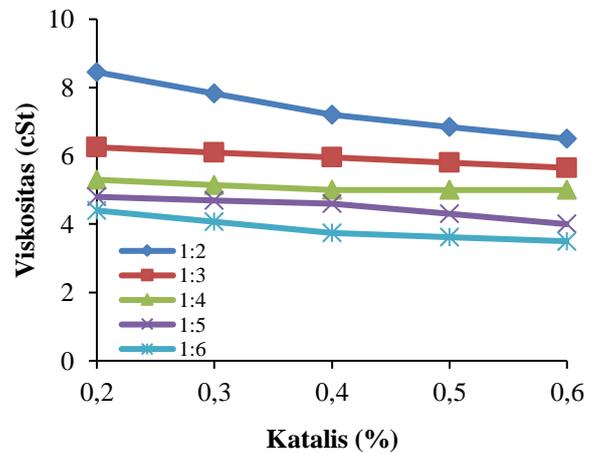


Gambar 2. Pengaruh rasio reaktan dan katalis terhadap FFA

Pada Gambar 2 terlihat kadar asam lemak bebas (FFA) pada biodiesel yang dihasilkan semakin menurun seiring dengan meningkatnya rasio reaktan dan jumlah katalis yang digunakan. Hal ini disebabkan pada tahap interesifikasi, katalis KOH mampu dengan cepat mengubah asam lemak bebas menjadi air dan etil ester. Kadar FFA terendah dicapai pada perbandingan reaktan 1:6 dan katalis yang digunakan 0,6%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah katalis yang digunakan dapat menyebabkan penurunan kadar FFA, meskipun penting untuk dicatat bahwa jumlah katalis yang berlebihan dapat mengakibatkan reaksi saponifikasi, yang sekali lagi dapat meningkatkan kadar FFA. Penurunan kadar FFA dalam sampel merupakan indikator bahwa reaksi interesterifikasi berjalan efektif.

Analisa Viskositas

Hambatan yang diberikan suatu fluida ketika bergerak melalui tabung kapiler melawan gaya gravitasi ditunjukkan oleh viskositasnya. Viskositas sering kali diukur dengan durasi yang diperlukan fluida untuk menempuh jarak tertentu. Hasil analisa viskositas dapat dilihat pada Gambar 3.

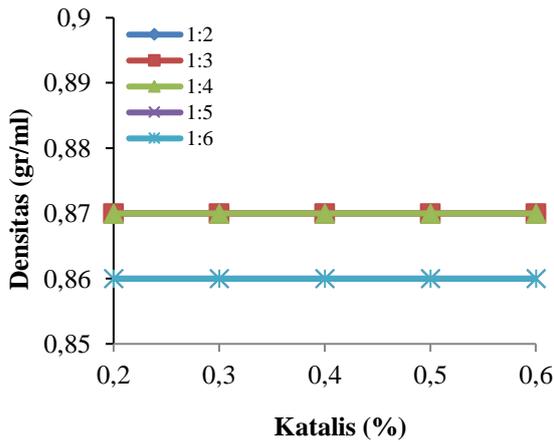


Gambar 3. Pengaruh rasio reaktan dan katalis terhadap viskositas

Data yang disajikan pada Gambar 3 menunjukkan bahwa perbandingan reaktan 1:6 dengan hanya katalis KOH 0,6% menghasilkan viskositas paling rendah, ditunjukkan dengan nilai 3,2 cSt yang berada dalam kisaran yang dapat diterima yaitu 2,3 hingga 6 cSt menurut standar SNI. Dari gambar terlihat bahwa penggunaan katalis tambahan menyebabkan penurunan viskositas biodiesel. Fenomena ini dapat disebabkan oleh pemecahan trigliserida menjadi etil ester, yang dapat menurunkan berat molekul trigliserida, sehingga menyebabkan penurunan viskositas.

Analisa Densitas

Densitas menunjukkan perbandingan massa persatuan volume. Densitas atau berat jenis diukur dengan menimbang volume biodiesel yang dihasilkan pada suhu 40°C dalam piknometer. Hasil pengukuran densitas biodiesel yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh rasio reaktan dan katalis terhadap densitas

Berdasarkan Gambar 4, perbandingan reaktan dan katalis tetap konstan, tidak mengalami perubahan yang berarti. Selain itu, seiring bertambahnya jumlah katalis yang digunakan, densitasnya menurun. Fenomena ini berhubungan dengan viskositas campuran reaksi. Ketika lebih banyak katalis hadir, laju reaksi meningkat, menyebabkan rantai trigliserida terbagi menjadi tiga ester asam lemak. Akibatnya, berat molekul awal suatu zat berkurang sepertiganya, menyebabkan penurunan viskositas dan densitas.

Analisa Nilai Kalor

Kandungan energi suatu bahan bakar digambarkan oleh nilai kalornya. Ketika biodiesel dibakar dengan udara atau oksigen, jumlah panas yang dihasilkan selama proses pembakaran dinyatakan sebagai nilai kalor [10].

Pada penelitian ini pengujian nilai kalor dilakukan pada sampel yang dengan hasil uji viskositas dan densitas yang terbaik. Hasil pengujian nilai kalor diberikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio reaktan dan semakin banyak penggunaan katalis KOH maka nilai kalor yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini dikarenakan adanya air dalam bahan bakar cair yang merupakan air eksternal yang

kurang baik dan berperan sebagai pengganggu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kalor sudah memenuhi standar SNI 04-7182-2006. Nilai kalor biodiesel sangat berpengaruh pada konsumsi biodiesel.

Tabel 4. Hasil analisa nilai kalor

Rasio Reaktan	Katalis KOH (%)	Nilai Kalor (Kcal/Kg)	Standard SNI 04-7128-2006
1:3	0,4	9096,319	
1:5	0,5	9007,170	Maks,
1:6	0,6	8916,826	9938,76

Analisa Angka Setana

Kecepatan penyalaan bahan bakar setelah injeksi dikenal sebagai bilangan setana. Bahan bakar dengan kualitas pembakaran lebih tinggi ditunjukkan dengan nilai setana yang lebih tinggi. Angka setana merupakan parameter penting dalam menentukan kesesuaian metil ester untuk digunakan sebagai biodiesel.

Proses pengujian angka setana hanya berkonsentrasi pada analisis sampel paling bagus yang diperoleh dari pengukuran densitas dan viskositas paling optimal. Penjelasan hasil uji angka setana dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisa angka setana

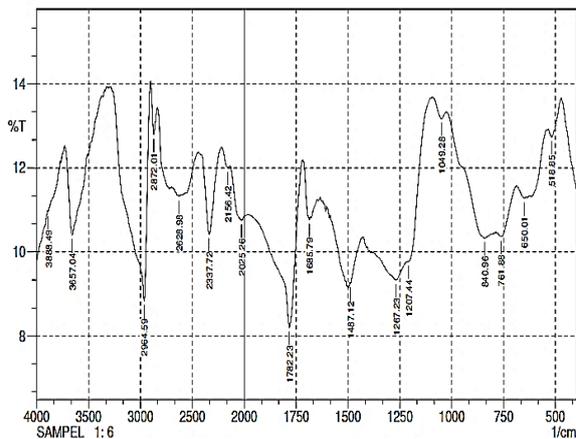
Rasio Reaktan	Katalis KOH(%)	Angka Setana	Standar SNI 7182:2015
1	2	3	4
1:3	0,4	72,5	
1:5	0,5	74,8	Min, 51
1:6	0,6	76,8	

Dari Tabel 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio reaktan dan katalis maka nilai angka setana juga semakin tinggi. Semakin tinggi angka setananya maka makin rendah titik nyalanya. Angka setana paling tinggi yaitu pada rasio reaktan 1:6 dengan katalis 0,6 % yang memiliki nilai 76,8. Angka setana biodiesel berkaitan dengan komposisi asam lemak yang

terkandung dalam biodiesel tersebut. Biodiesel yang mengandung asam lemak jenuh dengan rantai karbon panjang (asam laurat, miristan, palmitat, stearat, arakhidat dan lain-lain) yang tinggi mempunyai angka setana yang tinggi.

Analisa FTIR

Analisa FTIR atau *fourier transform infra red* adalah suatu metode analisis yang dipakai mengidentifikasi gugus fungsi dengan cara menentukan dan merekam hasil spektra residu dengan serapan energi oleh molekul organik dalam sinar infra merah. Biodiesel dianalisis FTIR untuk membuktikan bahwa reaksi interesifikasi telah menghasilkan metil ester. Analisa FTIR ini hanya difokuskan pada hasil terbaik dari angka setana. Hasil analisa FTIR dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Analisa FTIR

Dari Gambar 5 menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari reaksi interesifikasi menghasilkan produk dengan gugus fungsi khas metil ester, seperti gugus C – O pada frekuensi 1267,23, C = O pada frekuensi 1782,23 dan C = C pada frekuensi 1685,79.

Hasil pengukuran ini berkesesuaian dengan kajian yang berjudul sintesis metil ester dari minyak biji kemiri (*aleurites molluccana*) menggunakan metode ultrasonokimia menunjukkan bahwa hasil analisa FTIR pada gugus C – O pada

frekuensi 1195,87, C = O pada frekuensi 1739,79, dan C = C pada frekuensi 1651,07. Gugus fungsi dari hasil analisa FTIR adalah diantaranya gugus metil, gugus ester, dan gugus karbonil [11].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang biodiesel dari minyak jelantah dengan menggunakan metode rute *non alcohol* didapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin tinggi rasio reaktan dan semakin banyak katalis yang digunakan dalam pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah dengan metode rute *non alcohol* membuat FFA, viskositas, densitas, dan nilai kalor semakin menurun.
2. Rasio reaktan yang terbaik pada sampel 1:6 dengan penggunaan katalis KOH 0,6%. Hasil analisa karakteristik yang telah diuji yaitu FFA sebesar 0,16 %, viskositas sebesar 3,5 cSt, densitas sebesar 0,86 g/mL, angka setana sebesar 76,8 dan nilai kalor sebesar 8916,826 Kcal/g. Nilai yang dihasilkan memenuhi standar SNI 04-7182-2015 tentang biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Murti, S. S., 2017. *Studi karakterisasi pencampuran biodiesel dengan minyak solar*. Jurnal Energi dan Lingkungan (Enerlink), Vol. 13, No. 1.
- [2] Masykur, M., 2013. *Pengembangan industri kelapa sawit sebagai penghasil energi bahan bakar alternatif dan mengurangi pemanasan global*. Reformasi, Vol. 3, No. 2, pp. 319428.
- [3] Paminto, A. et al., 2022. *Komparasi kebijakan pengembangan bahan bakar nabati di Indonesia dan Kolombia: Dilema antara pasar, kapasitas produksi dan daya serap*. Matra Pembaruan: Jurnal Inovasi Kebijakan, Vol. 6, No. 1, pp. 43-55.

- [4] Ardhany, S. D. and Lamsiyah, L., 2018. *Tingkat pengetahuan pedagang warung tenda di jalan Yos Sudarso Palangkaraya tentang bahaya penggunaan minyak jelantah bagi kesehatan*. Jurnal Surya Medika (JSM), Vol. 3, No. 2, pp. 62-68.
- [5] Ula, S. and Kurniadi, W., 2017. *Studi kelayakan produksi biodiesel dari minyak jelantah skala industri kecil*. Al-Jazari: Journal Mechanical Engineering, Vol. 2, No. 2, pp. 1-7.
- [6] Setyadi, P. and Wibowo, C. S., 2015. *Pengaruh pencampuran minyak solar dengan biodiesel pada nilai angka setana*. Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur, pp. 93-99.
- [7] Persulesy, P. Y., Basri, K., and Suprpto, E., 2022. *Pengaruh penggunaan bahan bakar biodisel berbasis biji buah nyamplung (*calophyllum inophyllum*) terhadap emisi gas buang mesin diesel*. LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana, Vol. 9, No. 01, pp. 48-56.
- [8] Devita, L., 2015. *Biodiesel sebagai bioenergi alternatif dan prospektif*. Agrica Ekstensia, Vol. 9, No. 2, pp. 23-26.
- [9] Nasional, B. S., 2015. *SNI 04-7182: 2015. Biodiesel*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [10] Qiqmana, A. M., 2014. *Karakteristik biodiesel dari minyak biji nyamplung dengan proses degumming menggunakan asam sulfat dan asam cuka*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 2, No. 02.
- [11] Aziz, R., Aisyah, A., and Ilyas, A., 2016. *Sintesis metil ester dari minyak biji kemiri (*Aleurites molluccana*) menggunakan metode ultrasonokimia*. Al-Kimia, Vol. 4, No. 1, pp. 21-30.