

STUDI AKTIVASI LIMBAH CANGKANG KERANG SEBAGAI KATALIS RAMAH LINGKUNGAN DALAM PEMBUATAN BIODESEL

Galuh Citra Cahya Rohmana, Hadi Priya Sudarminto, Sasmita Eka Damayanti
Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
galuhcitra123@gmail.com, [hadi.priya@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar fosil dari hasil reaksi transesterifikasi minyak nabati dengan metanol. Dalam pembuatan biodiesel umumnya menggunakan katalis homogen seperti NaOH atau KOH. Seperti yang dapat kita pahami, bahan tersebut menimbulkan produk samping berupa gliserol dan rumitnya pemisahan produk biodiesel dengan katalis. Disamping itu potensi gangguan kesehatan akibat kontak dengan katalis bisa membahayakan. Maka, mulai dikembangkan katalis heterogen. Suatu proses yang dapat menjadi solusi dari masalah tersebut adalah diberlakukannya limbah cangkang kerang sebagai katalis ramah lingkungan. Keberadaan cangkang kerang di sepanjang Pelabuhan Kota Pasuruan yang saat ini menjadi masalah dapat diatasi dengan aktivasi limbah tersebut menjadi sebuah katalis. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis biodiesel hasil aktivasi limbah cangkang kerang, membandingkan kualitas dan kuantitas biodiesel. Membandingkan perbedaan hasil biodiesel menggunakan katalis homogen NaOH/KOH dan katalis heterogen cangkang kerang, Mengetahui pengaruh katalis cangkang kerang terhadap % konversi *yield* dari produk biodiesel. Dari hasil penelitian ini, dihasilkan % konversi biodiesel dengan katalis limbah cangkang kerang sebesar 0,403 gram biodiesel/gram mol dan *yield* dari proses sebesar 0,596 gram biodiesel/gram minyak. % konversi biodiesel dengan katalis homogen KOH sebesar 0,424 gram biodiesel/gram mol dan *yield* dari proses sebesar 0,525 gram biodiesel/gram minyak dengan hasil lebih besar menggunakan KOH.

Kata kunci : *biodiesel, katalis heterogen, cangkang kerang*

ABSTRACT

Biodiesel is an alternative energy to replace fossil fuels from the transesterification reaction of vegetable oil with methanol. In the manufacture of biodiesel usually use a homogeneous catalyst such as NaOH or KOH. As we can understand, these materials cause by-products in the form of glycerol and the complexity of separating biodiesel products with a catalyst. Besides, the potential for health problems due to contact with the catalyst can be dangerous. Thus, heterogeneous catalysts began to be developed. A process that can be a solution to this problem is the implementation of shellfish waste as an environmentally friendly catalyst. The existence of clam shells along the Pasuruan City Port which is currently a problem can be overcome by activating the waste into a catalyst. The purpose of this study was to analyze biodiesel from the activation of shellfish waste, to compare the quality and quantity of biodiesel. Comparing the differences in biodiesel yields using homogeneous catalysts NaOH/KOH and heterogeneous shells of shells catalysts, Knowing the effect of shells catalysts on % yield conversion of biodiesel products. From the results of this study, the percentage of biodiesel conversion with shells waste catalyst was 0.403 grams of biodiesel/gram mole and the yield from the process was 0.596 grams of biodiesel/gram oil. % conversion of biodiesel with homogeneous catalyst KOH of 0.424 grams of

biodiesel/gram mole and yield from the process of 0.525 grams of biodiesel/gram oil with higher yields using KOH.

Keywords: *biodiesel, heterogeneous catalyst, clam shells*

1. PENDAHULUAN

Zaman modern dengan tingginya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti saat ini, manusia selalu dihadapkan pada permasalahan yang semakin kompleks. Salah satu masalah yang tidak pernah berujung adalah masalah pertumbuhan penduduk. Limbah minyak nabati adalah salah satu permasalahan dari dampak pertumbuhan penduduk yang sampai saat ini pemanfaatannya masih kurang.

Minyak nabati dapat dijadikan bahan utama untuk memproduksi biodiesel karena merupakan sumber energi yang dapat diperbarui, dapat diproduksi skala besar, ketersediaan di alam yang melimpah, dan ramah lingkungan [1]. Minyak nabati terdiri dari jenis edible oil dan non-edible oil. Lebih dari 96% bahan baku untuk produksi biodiesel berasal dari jenis edible oil yang diproduksi secara besar di beberapa wilayah. Sifat dari biodiesel yang dihasilkan oleh jenis edible oil ini lebih cocok digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak diesel. Akan tetapi, hal ini menyebabkan beberapa permasalahan seperti meningkatnya kompetisi di pasaran minyak jenis edible oil, sehingga menyebabkan meningkatnya harga minyak jenis edible oil dan meningkatnya biaya produksi biodiesel. Selain itu, hal ini mendorong sektor tertentu untuk melakukan pembukaan hutan guna dijadikan lahan penanaman bahan baku biodiesel ini. Kekurangan ini mendorong beberapa penelitian pembuatan biodiesel yang berbasis non-edible oil [2]. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui apa yang dimaksud dengan biodiesel. Mengetahui perbedaan hasil biodiesel dengan katalis homogen NaOH/KOH dengan katalis heterogen cangkang kerang. Mengetahui pengaruh katalis cangkang kerang terhadap % konversi *yield* dari produk biodiesel.

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang dihasilkan oleh reaksi kimia antara minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek, misalnya metanol, etanol, propanol, maupun butanol dengan dibantu katalis, proses ini disebut transesterifikasi. Jika dikaji dari sudut pandang lingkungan, penggunaan biodiesel memiliki beberapa keuntungan. Misalnya, dapat mereduksi emisi karbon monoksida dan karbon dioksida yang ada di udara, bersifat non-toxic dan biodegradable. Diharapkan biodiesel dapat mereduksi penggunaan bahan bakar fosil [3].

Pada perkembangannya, standar biodiesel dikembangkan tersendiri di beberapa negara termasuk Indonesia seperti terlampir pada spesifikasi terbaru standar biodiesel. Untuk bisa menggantikan petroleum diesel, biodiesel harus memenuhi standar, antara lain :

Tabel 1. Spesifikasi biodiesel (berdasarkan Keputusan Dirjen EBTKE) [4]

| No | Parameter | Satuan | Besaran | Kep dirjen EBTKE No. 189 Tahun 2019 |
|-----|-----------------------------------|--------------------|---------|-------------------------------------|
| 1. | Angka Setana | | min | 51 |
| 2. | Massa Jenis T-40C | kg/m ³ | | 850-890 |
| 3. | Viskositas | mm ² /s | | 2,3-60 |
| 4. | Kandungan Sulfur | mg/kg | maks | 10 |
| 5. | Distilasi 90% | C | maks | 360 |
| 6. | Titik Nyala | C | min | 130 |
| 7. | Titik Kabut | C | maks | |
| 8. | Cold filter plugging point | C | maks | 15 |
| 9. | Residu Karbon Contoh Asli | %massa | maks | 0,05 |
| 10. | Residu Karbon 10% Ampas Distilasi | %massa | maks | 0,3 |
| 11. | Air dan Sedimen | %massa | maks | |
| 12. | Kandungan Air | ppm | maks | 350 |
| 13. | Fosfor | mg/kg | maks | 4 |
| 14. | Korosi Bilah Tembaga | Kelas | maks | Nomor 1 |
| 15. | Abu Tersulfatkan | %massa | maks | 0,02 |
| 16. | Angka Asam | KOH/g | maks | 0,4 |
| 17. | Gliserol Bebas | %massa | maks | 0,02 |
| 18. | Gliserol Total | %massa | maks | 0,24 |
| 19. | Kadar Ester Metil | %massa | min | 96,5 |
| 20. | Angka Iodium | %massa | maks | 115 |
| 21. | Kestabilan Oksidasi | Menit | maks | 600 |
| 22. | Monogiserida | %massa | maks | 0,55 |
| 23. | Warna | No. ASTM | maks | 30 |
| 24. | Total Kontaminan | mg/kg | maks | 20 |
| 25. | Logam (Na,K,Ca,Mg) | mg/kg | maks | 5 |

Kerang Darah adalah salah satu hewan lunak (*mollusca*) kelas *bivalvia* atau *pelecypoda*. Warna dan bentuk cangkang darah sangat unik. Kerang darah biasanya simetri bilateral, mempunyai sebuah mantel yang berupa daun telinga dan cangkang setangkup. Mantel tersebut melekat pada cangkang oleh sederetan otot yang meninggalkan bekas melengkung yang disebut garis mantel. Manfaat permukaan luar mantel yaitu mensekresi kandungan dari zat organik cangkang dan membuat kristal-kristal kalsit atau kapur. Cangkang terdiri dari tiga lapisan, yakni: Lapisan luar tipis hampir berupa kulit dan disebut *periostracum*, Lapisan kedua yang tebal terbuat dari kalsium karbonat, dan Lapisan dalam terdiri dari mother of

pearl yang dibentuk dari selaput mantel dalam bentuk lapisan tipis. Lapisan tipis ini yang membuat cangkang menebal saat hewannya bertambah tua [5].

Tabel 2. Kandungan cangkang kerang darah [5]

| Kandungan | Kadar (%berat) |
|--------------------------------|----------------|
| CaO | 66,70 |
| SiO ₂ | 7,88 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,03 |
| MgO | 22,28 |
| Al ₂ O ₃ | 1,25 |

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis biodiesel hasil aktivasi limbah cangkang kerang, membandingkan kualitas dan kuantitas biodiesel menggunakan katalis homogen NaOH/KOH dan katalis heterogen cangkang kerang, dan mengetahui pengaruh katalis cangkang kerang terhadap % konversi yield dari produk biodiesel.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dengan metode eksperimen berupa persiapan alat dan bahan, standarisasi KOH, esterifikasi, transesterifikasi dengan katalis limbah cangkang kerang, pemisahan gliserol, pencucian ester, pemurnian ester, uji densitas, dan uji viskositas.

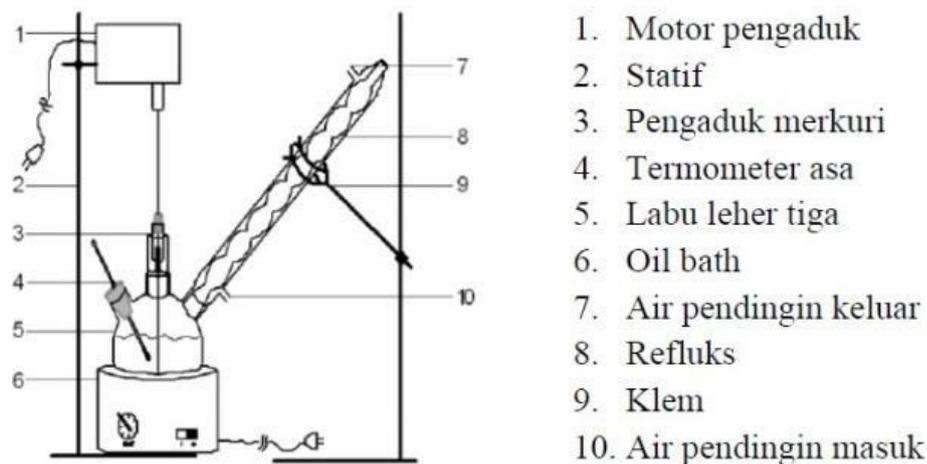
2.1. Bahan

Minyak goreng 'Filma', metanol teknis, limbah cangkang kerang, asam oksalat, indikator PP, dan asam sulfat pekat.

2.2. Prosedur Penelitian

- a) **Treatment Cangkang Kerang**
Cangkang kerang dicuci kemudian di haluskan dengan menggunakan blender, kemudian di ayak hingga mendapatkan hasil yang halus.
- b) **Standarisasi KOH**
Dibuat larutan asam oksalat 0,1 N dimasukkan ke dalam buret sebagai titran, dibuat larutan KOH 0,1 N, larutan diberikan tetesan indikator PP, larutan KOH dititrasi dengan larutan asam oksalat hingga berubah warna menjadi merah jambu.
- c) **Penentuan %FFA minyak**
Menimbang 20 gram minyak dalam Erlenmeyer dan dipanaskan hingga 40°C, ditambahkan metanol teknis 50 ml dan indikator PP, larutan didinginkan, larutan dititrasi dengan KOH hasil standarisasi hingga terbentuk merah jambu, dilakukan perhitungan % FFA
- d) **Esterifikasi**
Minyak dipanaskan 60°C, ditambahkan 2,25 gram metanol dan 0,05 gram asam sulfat untuk setiap gram asam lemak dalam minyak, dilakukan pengadukan 2 jam, larutan didinginkan hingga terbentuk dua lapisan, mengukur % FFA lapisan bawah [7].
- e) **Transesterifikasi**

Dilarutkan katalis cangkang kerang dan metanol pada suhu 40°C, minyak dipanaskan hingga suhu 60°C, dimasukkan katalis dan metanol lalu diaduk 90 menit .



Gambar 1. Rangkaian alat transesterifikasi [6]

- f) Pemisahan biodiesel dengan gliserol
Hasil transesterifikasi dimasukkan dalam corong pisah dan didiamkan selama 1 hari, gliserol yang ada di lapisan bawah dikeluarkan dan hanya menyisakan biodiesel.
- g) Pencucian biodiesel
Memanaskan air hingga suhu 80° – 90°C, mencampurkan dengan biodiesel, dikocok 10 kali, air sisa pencucian dikeluarkan dari corong pisah, diulangi hingga air pencuci bening.
- h) Pemurnian biodiesel
Biodiesel yang telah dicuci dipanaskan dengan *hot plate* hingga tidak ada gelembung-gelembung air saat menyentuh titik didih air.
- i) Uji densitas
Menimbang piknometer kosong, memasukkan biodiesel dalam piknometer, mencatat volume piknometer, menimbang biodiesel dan piknometer, melakukan perhitungan dengan membagi massa dengan volume.
- j) Uji viskositas
Memanaskan air dalam viscometer kapiler hingga 38°C, memasukkan biodiesel melebihi batas atas pipa kapiler atas, memasukkan dalam air penguji, dihitung berapa lama dari batas atas hingga batas bawah, melakukan perhitungan viskositas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Pada percobaan dengan menggunakan sampel minyak 250 ml yang diberikan manipulasi dengan perbedaan nilai KOH dan Katalis Cangkang Kerang Darah pada setiap percobaannya sesuai dengan tabel 3 di bawah. Suhu dijaga tetap dengan nilai 60°C:

Tabel 3. Hasil percobaan esterifikasi dengan katalis KOH dan katalis cangkang kerang darah

| Percobaan Ke | Minyak (ml) | Metanol (ml) | KOH (gram) | Katalis Cangkang Kerang Darah (gram) | Suhu proses (°C) |
|--------------|-------------|--------------|------------|--------------------------------------|------------------|
| 1 | 250 | 180 | 2,5 | - | 60,4 |
| 2 | 250 | 180 | 1,5 | - | 60,2 |
| 3 | 250 | 180,19 | 5 | - | 61,2 |
| 4 | 250 | 37,58 | 2,56 | - | 61,5 |
| 5 | 250 | 187,22 | - | 2,5 | 60,2 |
| 6 | 250 | 187,19 | - | - | 60 |

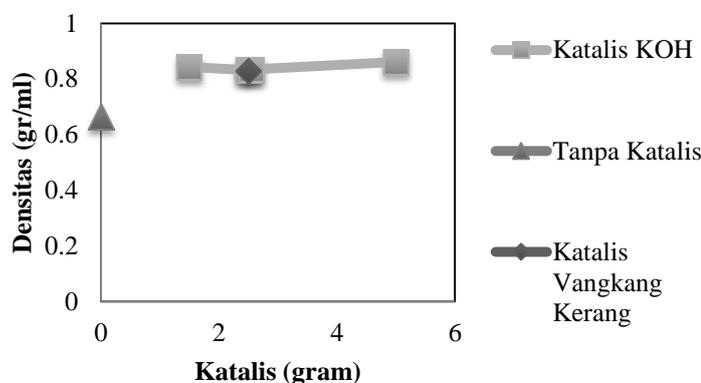
Penelitian dilanjutkan dengan melakukan Uji Densitas, Uji Viskositas, dan menimbang massa biodiesel. Nilai konersi dan yield di hitung. Sehingga di dapatkan data sesuai dengan Tabel 4

Tabel 4: Hasil analisa desitras, viskositas dan yield

| Percobaan Ke | Densitas (gram/ml) | Viskositas (mm ² /s) | Massa biodiesel (gram) | Konversi | Yield |
|--------------|--------------------|---------------------------------|------------------------|----------|-------|
| 1 | 0,832 | 4,242 | 143,87 | 0,424 | 0,575 |
| 2 | 0,843 | 4,027 | 162,98 | 0,348 | 0,651 |
| 3 | 0,861 | 5,540 | 148,16 | 0,407 | 0,592 |
| 4 | 0,8343 | 4,223 | 162,28 | 0,350 | 0,649 |
| 5 | 0,828 | 6,096 | 149,23 | 0,403 | 0,596 |
| 6 | 0,664 | 13,759 | - | - | - |

3.2. PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai konversi dan *yield* dari pembuatan biodiesel dan perbedaan hasil biodiesel dengan katalis homogen KOH dengan katalis heterogen cangkang kerang. Katalis yang digunakan adalah limbah cangkang kerang darah. Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang dihasilkan oleh reaksi kimia antara minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek [7]. Sejalan dengan pendapat itu kami menggunakan metanol yang merupakan alkohol rantai paling pendek sebagai bahan umpan.

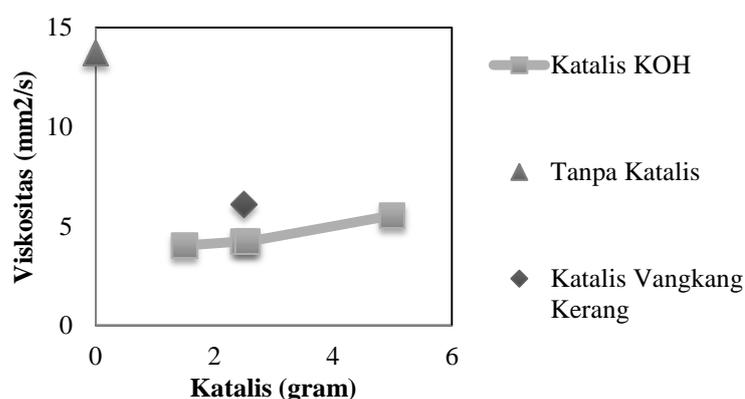


Gambar 2. Hasil analisa densitas terhadap katalis

Densitas merupakan faktor penting penentu sebuah zat misalnya pada biodiesel. Densitas menjadi penentu seberapa banyak minyak terkonversi menjadi biodiesel dikarenakan perbedaan densitas minyak dan densitas biodiesel. Dari Gambar 2 grafik di atas dapat diketahui bahwa jumlah katalis menentukan %konversi dan *yield*. Semakin banyak katalis yang digunakan maka nilai densitas naik. Pada percobaan yang dilakukan dengan memakai katalis KOH sebesar 2,5 gram terjadi penurunan densitas. Hal ini menimbulkan penyimpangan dengan tabel standar SNI biodiesel [4]. Penyimpangan tersebut disebabkan karena adanya kandungan air dalam metanol yang digunakan. Selain itu, praktikan tidak dapat memastikan kandungan metanol tersebut P.A atau teknis dikarenakan kelembaban udara sekitar yang dapat mempengaruhi kondisi akhir. Pembuatan biodiesel tanpa menggunakan katalis dibatasi reaksinya selama 1,5 jam untuk mengetahui berapa konversi dari minyak ke dalam bentuk biodiesel. Berdasarkan titik densitas tersebut praktikan beranggapan bahwa masih banyak minyak yang belum terkonversi menjadi biodiesel dikarenakan nilai densitas mendekati nilai densitas minyak goreng 'Filma'. Proses pengadukan minyak dalam waktu lama dan energi yang besar dibutuhkan apabila sebuah produsen membuat biodiesel tanpa katalis.

Percobaan menggunakan katalis Cangkang kerang darah menunjukkan titik yang berhimpit dengan nilai densitas biodiesel menggunakan katalis KOH. Ini menunjukkan bahwa pengaruh katalis cangkang kerang darah dapat meningkatkan %konversi dari minyak dengan menurunkan energi aktivasi. Menurut penelitian [6] kandungan CaO dan MgO yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai katalis sebuah proses, serta didukung bahwa penggunaan katalis heterogen CaO/ MgO/ Al₂O₃ dapat digunakan meningkatkan proses pembuatan biodiesel dengan menurunkan energi aktivitas. Penyimpangan dengan literatur ini berdasarkan pada konversi biodiesel di mana konversi mencapai 63,75% atau 0,6375 sedangkan praktikan mendapatkan konversi sebesar 0,4308. Penyimpangan ini bersumber

dari kandungan metanol, dan tingkat kebersihan dari katalis akibat tanpa adanya proses *precursor* ganda dan kalsinasi untuk menjamin kemurniannya.



Gambar 3. Analisa viskositas terhadap katalis

Dari percobaan di atas diketahui bahwa tanpa katalis viskositas produk sangat kental karena masih banyak minyak yang belum terkonversi menjadi biodiesel. Menurut tabel standar SNI biodiesel oleh [4] menunjukkan bahwa semua percobaan dengan menggunakan KOH memenuhi standar. Disisi lain, penggunaan cangkang kerang juga memenuhi standar SNI tersebut sesuai dengan penelitian [7]. Sehingga dapat dikatakan bahwa tidak perlu menggunakan kalsinasi sebagai *treatment* katalis dan yang paling utama adalah menjaga katalis tetap kering dan bersih.

Tabel 5. Spesifikasi SNI biodiesel[4]

| Spesifikasi SNI Biodiesel | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Densitas | 850-890 kg/m ³ |
| Viskositas | 2,3-6 cSt (mm ² /s) |

Tabel 6. Nilai viskositas hasil percobaan

| Suhu Proses (°C) | Viskositas (mm ² /s) |
|------------------|---------------------------------|
| 60,4 | 4,2427 |
| 60,2 | 4,0272 |
| 61,2 | 5,5404 |
| 61,5 | 4,2231 |
| 60,2 | 6,096492 |
| 60 | 13,759173 |

Sejalan dengan Tabel 5 [4] menyatakan ketika dalam kenaikan suhu dapat mempengaruhi viskositas pada biodiesel. Hal ini terbukti ketika suhu meningkat, molekul pada zat cair akan bergerak dengan cepat yang ditimbulkan oleh tumbukan antar molekul, sehingga molekul dalam zat cair akan meregang dan massa jenis akan semakin kecil. Dapat pula diketahui dengan semakin tingginya suhu pada larutan, maka nilai koefisien viskositas akan semakin menurun. Hal ini terjadi pada suhu tinggi, gerakan pada partikel dalam larutan lebih cepat sehingga viskositasnya menurun.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif dari reaksi transesterifikasi minyak atau lemak hewani dengan alkohol. Pada penelitian ini perbedaan kualitas biodiesel dengan katalis KOH dan cangkang telur terlihat dari densitas dan viskositas dimana densitas dari penggunaan KOH sebagai katalis sebesar 0,861 gram/ml dan viskositas sebesar 5,540 mm²/s. Sedangkan penggunaan cangkang kerang menghasilkan densitas sebesar 0,828 gram/ml sedangkan viskositas sebesar 6,096 mm²/s. Percobaan dengan menggunakan katalis cangkang kerang menghasilkan konversi sebesar 0,403 gram biodiesel/ gram minyak dan *yield* sebesar 0,596 gram biodiesel/gram minyak dengan hasil lebih besar KOH.

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti yaitu perlu dilakukannya kalibrasi tentang kadar kebersihan katalis cangkang kerang serta metanol teknis yang digunakan sehingga dapat memastikan kadar air di dalamnya dan nilai densitas maupun viskositasnya tidak menurun.

REFERENSI

- [1] M. H. Hasan, T. M. I. Mahlia, and H. Nur, 2012, *A review on energy scenario and sustainable energy in Indonesia*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 16, no. 4.
- [2] D. Y. C. Leung, X. Wu, and M. K. H. Leung, 2010, *A review on biodiesel production using catalyzed transesterification*, Applied Energy, vol. 87, no. 4.
- [3] R. Maceiras, M. Rodríguez, A. Cancela, S. Urréjola, and A. Sánchez, 2011, *Macroalgae: Raw material for biodiesel production*, Appl. Energy, vol. 88, no. 10.
- [4] Faridha *et al.*, 2021, *BIODIESEL, Jejak Panjang Sebuah Perjuangan*. Jakarta Selatan.
- [5] S. M. Siregar, P. Kulit, K. Dan, R. Epoksi, T. Karakteristik, and B. Polimer, 2009, *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi*, Tesis Sekol. Pascasarj. Univ. Sumatra Utara.
- [6] Y. W. Arif Jumari, Agus Purwanto, Danik Widi Astuti, 2013, *Untuk Reaksi Trasesterifikasi Pada Pembuatan Biodisel*, vol. 12, no. 2, pp. 37–41.
- [7] G. M. Gübitz, M. Mittelbach, and M. Trabi, 1999, *Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L.*, Bioresour. Technol., vol. 67, no. 1, pp. 73–82.