

ANALISIS SIFAT FISIKA DAN SIFAT KIMIA GEL BIODIESEL DARI MINYAK BIJI PALEM PUTRI (*Adonidia merrillii*)

Arinza Aulydiana Nabihah*, Hana Haifa Choirudin, Hamim Thohari Mahfudhillah, Siti Imroatul Khuriyah

MTsN 6 Malang, Jl. Raya Sukoraharjo No.37, Kec. Kepanjen, Kab. Malang, Jawa Timur, 65163, Indonesia

*E-mail: arinzanabihah@gmail.com, langitbiru1157@gmail.com, hamimtm@gmail.com, sitiimroatulkhuriyah@madrasah.kemenaq.go.id

Riwayat Article

Received: 21 August 2024; Received in Revision: 16 September 2024; Accepted: 28 September 2024

Abstract

Biodiesel is an alkyl ester of long-chain fatty acids, the most common of which are methyl esters or ethyl esters. The manufacturing process involves esterification and transesterification. Traditional sources of biodiesel raw materials such as palm oil, soybeans, and jatropha have been widely studied. The princess palm, widely known as an ornamental plant, produces fruit containing seeds with quite high oil potential. This research aims to produce biodiesel and determine the physical and chemical properties from putri palm seeds. This research is experimental research with a quantitative descriptive approach. Putri palm seed oil is extracted using the soxhletation method with n-hexane solvent. The oil was then esterified using methanol with a catalyst of 1% sulfuric acid with a mole ratio of oil and methanol of 1:8 at a temperature of 60°C for 3 hours. The esterified oil is then transesterified using methanol and KOH with a methanol to oil ratio of 1:20 with KOH of 0.8% for 2 hours at a temperature of 60°C. This research has succeeded in making biodiesel from putri palm seeds. The biodiesel produced is in the form of a gel referred to as biodiesel gel with a yellowish brown color with a density of 1,236 gr/ml and a pour point of 36-38°C. The FFA/ALB value is 0.587%, the acid number is 1.177 mg KOH/g, the IOD number is 34.514 (g-I₂/100 g), the saponification number is 63.19 mg KOH/g, the heating value is 48.088 MJ/Kg, and the cetane number 38,620. The IOD number, saponification number, and heating value meet the SNI standards for liquid biodiesel in general, while the cetane number and ALB value are close to SNI standards.

Keywords: *biodiesel, gel biodiesel, putri palm, Adonidia merrillii*

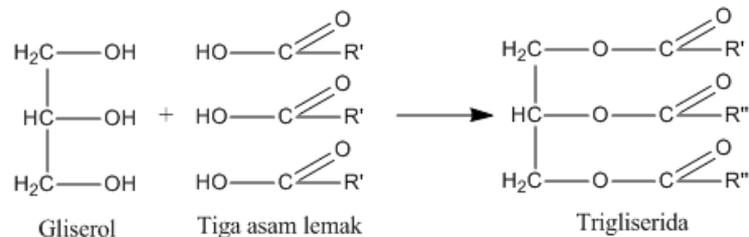
Abstrak

Biodiesel adalah alkil ester dari asam lemak rantai panjang, yang paling umum adalah metil ester atau etil ester. Proses pembuatannya melibatkan esterifikasi dan transesterifikasi. Sumber bahan baku biodiesel tradisional seperti kelapa sawit, kedelai, dan jarak pagar telah banyak dikaji. Palem putri, yang dikenal secara luas sebagai tanaman hias, menghasilkan buah yang mengandung biji dengan potensi minyak yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biodiesel dan mengetahui sifat fisika dan sifat kimia biodiesel yang dihasilkan dari biji palem putri. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Minyak biji palem putri diekstraksi menggunakan metode sokletasi dengan pelarut n-heksana. Minyak tersebut kemudian diesterifikasi menggunakan metanol dengan katalis asam sulfat sebesar 1% dengan perbandingan mol minyak dan metanol 1:8 pada suhu 60°C selama 3 jam. Minyak hasil esterifikasi ini kemudian di transesterifikasi dengan menggunakan metanol dan KOH dengan perbandingan metanol dengan minyak 1:20 dengan KOH sebesar 0,8% selama 2 jam pada suhu 60°C. Penelitian ini telah berhasil membuat biodiesel dari biji palem putri. Biodiesel yang dihasilkan berwujud gel atau disebut sebagai gel biodiesel dengan warna coklat kekuningan dengan densitas 1.236 gr/ml dan titik tuang 36-38°C. Nilai FFA/ALB sebesar 0,587%, bilangan Asam 1,177 mg KOH/g, bilangan IOD 34,514 (g-I₂/100 g), bilangan penyabunan/saponifikasi 63,19 mg KOH/g, nilai kalor 48,088 MJ/Kg, dan angka setana 38,620. Nilai bilangan IOD, bilangan penyabunan, dan nilai kalor telah memenuhi standar SNI biodiesel cair pada umumnya, sedangkan angka setana dan nilai ALB telah mendekati standar SNI.

Keywords: *biodiesel, gel biodiesel, palem putri, Adonidia merrillii*

1. Introduction

Masalah energi global yang semakin mendesak mendorong pencarian solusi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Ketergantungan yang tinggi pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan gas alam telah menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan, termasuk perubahan iklim, polusi udara, dan kerusakan ekosistem (Dinanti et al., 2024). Untuk mengatasi tantangan ini, energi terbarukan khususnya biodiesel telah muncul sebagai salah satu alternatif yang menjanjikan. Biodiesel, yang diproduksi dari minyak nabati atau lemak hewan, dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil (Brunner, 2022). Minyak dan lemak merupakan jenis dari lipid. Komponen utama dari minyak dan lemak adalah trigliserida, yang terdiri dari gliserol dan asam lemak.



Gambar 1 Struktur kimia trigliserida

Gliserol adalah molekul alkohol sederhana dengan tiga gugus hidroksil (-OH). Dalam trigliserida, setiap gugus hidroksil pada gliserol terikat dengan asam lemak melalui ikatan ester, membentuk struktur trigliserida. Asam lemak adalah rantai hidrokarbon dengan gugus karboksil (-COOH) di ujungnya (Arini, 2013). Ada dua jenis utama asam lemak yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Perbedaan keduanya dapat dilihat pada Tabel 1.

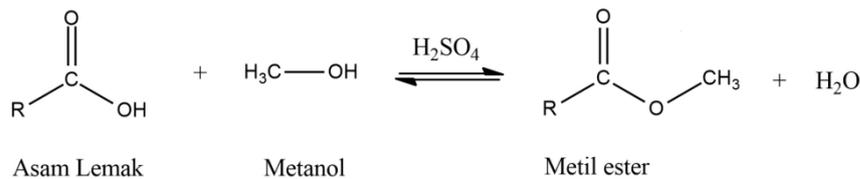
Tabel 1 Perbedaan asam lemak jenuh dan tak jenuh

Indikator Pembeda	Asam Lemak Jenuh (<i>saturated fatty acids</i>)	Asam Lemak Tak Jenuh jenuh (<i>unsaturated fatty acids</i>)
Ikatan antar atom karbon	Tidak memiliki ikatan rangkap	Memiliki satu atau lebih ikatan rangkap
Wujud	Padat pada suhu kamar	Cair pada suhu kamar
Kestabilan	Labil	Stabil
Akhiran nama	-anoat	-enoat
Sumber	Lemak hewani, seperti mentega dan lemak daging	Minyak nabati, seperti minyak zaitun dan minyak canola
Contoh	Asam oktanoat (Asam kaprilat)	Asam oktadekadienoat (Asam linoleat)

Sumber: (DiNicolantonio & O'Keefe, 2022)

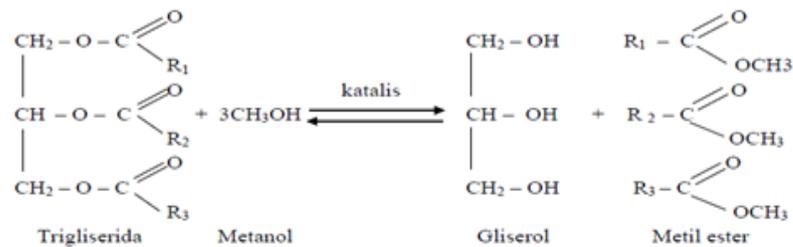
Asam lemak tak jenuh biasanya dan banyak ditemukan dalam. Asam lemak tak jenuh dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu asam lemak tak jenuh tunggal (*monounsaturated fatty acids*) yang mengandung satu ikatan rangkap (contoh: asam oleat dalam minyak zaitun) dan asam lemak tak jenuh ganda (*polyunsaturated fatty acids*) yang mengandung dua atau lebih ikatan rangkap (contoh: asam linoleat dalam minyak bunga matahari) (Arita et al., 2008).

Secara kimiawi, biodiesel adalah alkil ester dari asam lemak rantai panjang, yang paling umum adalah metil ester atau etil ester (Sudradjat et al., 2010). Proses pembuatannya melibatkan dua reaksi kimia yang pertama yaitu esterifikasi dan yang kedua yaitu transesterifikasi. Esterifikasi adalah reaksi kimia yang penting dalam pembuatan biodiesel, terutama ketika bahan baku yang digunakan memiliki kandungan asam lemak bebas (Free Fatty Acids, FFA) yang tinggi. Tingginya kandungan asam lemak bebas bisa mengganggu proses transesterifikasi karena dapat menyebabkan pembentukan sabun (reaksi saponifikasi) jika menggunakan katalis basa. Proses esterifikasi mengubah asam lemak bebas ini menjadi ester (yang merupakan komponen utama biodiesel) dengan bantuan alkohol (biasanya metanol) dan katalis asam, misalnya asam sulfat (H₂SO₄) (Prasetyo et al., 2012). Adapun persamaan reaksinya sebagai berikut.



Gambar 2 Pembentukan metil ester (biodiesel) melalui esterifikasi

Pada reaksi transesterifikasi trigliserida yang terdapat dalam minyak bereaksi dengan alkohol dengan bantuan katalis basa (biasanya KOH) untuk menghasilkan metil ester (biodiesel) dan gliserol sebagai produk samping (Kapuji et al., 2021). Adapun persamaan reaksinya sebagai berikut.



Gambar 3 Pembentukan metil ester (biodiesel) melalui reaksi transesterifikasi

Sumber bahan baku biodiesel tradisional seperti kelapa sawit, kedelai, dan jarak pagar telah banyak dikaji dan digunakan secara luas. Namun, adanya isu terkait keberlanjutan, termasuk deforestasi untuk penanaman kelapa sawit dan persaingan penggunaan tanah dengan produksi pangan, menuntut eksplorasi lebih lanjut terhadap bahan baku biodiesel alternatif. Salah satu kandidat yang menarik namun belum banyak diteliti adalah biji palem putri (*Adonidia merrillii*), sebuah tanaman endemik yang tumbuh di kawasan tropis, termasuk Indonesia (Novianti et al., 2023).

Palem putri, yang dikenal secara lokal sebagai tanaman hias, menghasilkan buah yang mengandung biji dengan potensi minyak yang cukup tinggi. Selama ini, biji palem putri seringkali dianggap sebagai limbah pertanian atau bahan yang tidak dimanfaatkan secara optimal padahal biji palem putri menyimpan sekitar 7,7% minyak (Iyasele et al., 2022). Adapun kandungan asam lemak pada biji palem putri dapat dilihat pada Tabe 2.

Tabel 2 Kandungan asam lemak biji palem putri

No	Senyawa	Nama Lain	Rumus Kimia	Berat Molekul	% Komposisi
1.	Asam tetradekanoat	Asam miristat	C₁₄H₂₈O₂	228.37	0.30
2.	Pentadekanoik asam, 14-metil ester	Metil, 14- metil pentadekanoat	C₁₇H₃₄O₂	270.45	13.60
3.	n-asam heksadekanoat	Asam palmitat	C₁₆H₃₂O₂	256.40	16.99
4.	8,11-Oktadekadienoik asam, metil ester	Metil Oktadeca 8,11-dienoat	C₁₉H₃₄O₂	294.50	3.51
5.	Asam 9-Oktadecenoat,metil ester	Asam oleat metil ester	C₁₉H₃₆O₂	296.50	12.67
6.	Metil Stearat	Metil Oktadekanoat	C₁₉H₃₈O₂	298.50	2.77
7.	9,12- Asam oktadekadienoat	Asam linoleat	C₁₈H₃₂O₂	280.45	34.62
8.	Asam 6-Oktadecenoat	Asam petroselinat	C₁₈H₃₄O₂	282.47	8.44
9.	Asam oktadekanoat	Asam stearat	C₁₈H₃₆O₂	284.48	3.09
10.	Asam heksadekanoat, butil ester	Butil Palmitat	C₂₀H₄₀O₂	312.50	0.34
11.	Eikosanoik metil ester	Asam arakidat metil ester	C₂₁H₄₂O₂	326.60	0.33

Sumber: Iyasele et al., 2022

Minyak dari biji palem putri dapat menjadi alternatif yang berharga, terutama mengingat kemampuan tanaman ini untuk tumbuh di lahan marginal dan kondisi lingkungan yang tidak optimal untuk tanaman minyak lainnya. Potensi biji palem putri sebagai bahan baku biodiesel

dapat memberikan beberapa manfaat signifikan. Pertama, pemanfaatan biji palem putri dapat mengurangi jumlah limbah pertanian dan meningkatkan nilai ekonomis dari hasil sampingan tanaman ini. Kedua, dengan memanfaatkan lahan-lahan marginal dan tidak produktif untuk penanaman palem putri, dapat mengurangi tekanan pada lahan pertanian yang digunakan untuk pangan. Ketiga, penggunaan bahan baku lokal seperti biji palem putri dapat mendukung pengembangan industri biodiesel lokal yang lebih berkelanjutan.

Meskipun potensi ini menjanjikan, terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi. Belum banyak penelitian yang mengeksplorasi kualitas dan karakteristik minyak biji palem putri, serta proses konversi minyak tersebut menjadi biodiesel. Penting untuk mengevaluasi beberapa aspek kunci, seperti kandungan asam lemak, angka setana, dan stabilitas oksidatif biodiesel yang dihasilkan dari biji palem putri. Penelitian ini bertujuan untuk menjembatani kekurangan informasi tersebut dengan melakukan eksplorasi menyeluruh mengenai potensi biji palem putri sebagai bahan baku biodiesel. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh data yang relevan mengenai sifat fisika dan sifat kimia biodiesel yang dihasilkan dari biji palem putri. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan sumber bahan baku biodiesel yang lebih beragam, mendukung keberlanjutan lingkungan, dan memberikan alternatif solusi dalam memenuhi kebutuhan energi terbarukan. Dengan demikian, eksplorasi potensi biji palem putri sebagai bahan baku biodiesel tidak hanya dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya lokal, tetapi juga berkontribusi pada pembangunan industri biodiesel yang lebih berkelanjutan di masa depan.

2. Methodology

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 12 Juli – 21 Agustus 2024. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Universitas Negeri Malang. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: biji palem putri, pelarut n-heksana, metanol, KOH, fenolftalein, etanol 97%, metanol, akuades, aluminium oil. Biji palem putri diperoleh dari beberapa kecamatan di Kabupaten dan Kota Malang. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu: buret, erlenmeyer, statif, pipet tetes, hot plate, magnetic stirrer, beaker glass, gelas ukur, corong pemisah, neraca analitik, termometer, labu takar, kertas saring, alat soxhlet.

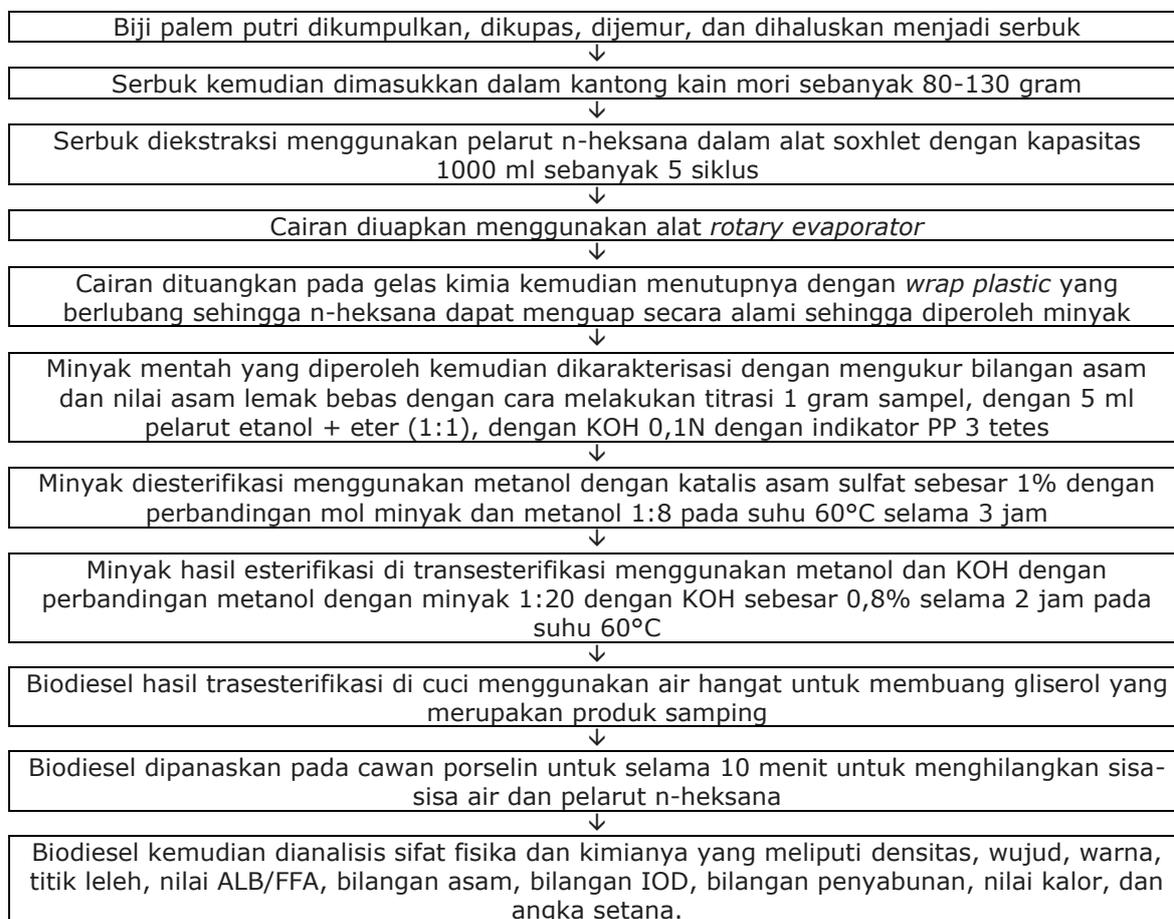
Adapun prosedur penelitian yang dilakukan sebagai berikut. Pertama, biji palem putri dikumpulkan, dikupas, dijemur, dan dihaluskan menjadi serbuk menggunakan FOMAC Dry Food Grinder Machine FGD-Z100 sehingga diperoleh serbuk biji palem putri. Serbuk biji kemudian dimasukkan dalam kantong kain mori sebanyak 80-130 gram kemudian diekstraksi menggunakan pelarut n-heksana dalam alat soxhlet dengan kapasitas 1000 ml sebanyak 5 siklus pada setiap kantongnya.



Gambar 4 Proses ekstraksi melalui sokletasi

Larutan hasil ekstraksi diuapkan menggunakan alat *rotary evaporator* sehingga diperoleh larutan n-heksana dan minyak biji palem yang lebih pekat. Larutan kemudian dituangkan pada gelas kimia kemudian menutupnya dengan *wrap plastic* yang berlubang sehingga n-heksana dapat menguap secara alami sehingga tersisa minyak biji palem murni. Minyak mentah yang diperoleh kemudian dikarakterisasi dengan mengukur bilangan asam dan nilai asam lemak bebas dengan cara melakukan titrasi 1 gram sampel, dengan 5 ml pelarut etanol + eter (1:1), dengan KOH 0,1N

dengan indikator PP 3 tetes. Selanjutnya, minyak mentah tersebut diesterifikasi menggunakan metanol dengan katalis asam sulfat sebesar 1% dengan perbandingan mol minyak dan metanol 1:8 pada suhu 60°C selama 3 jam. Minyak hasil esterifikasi ini kemudian di transesterifikasi untuk dihasilkan metilester (biodiesel) dengan menggunakan metanol dan KOH dengan perbandingan metanol dengan minyak 1:20 dengan KOH sebesar 0,8%. Transesterifikasi dilakukan selama 2 jam pada suhu 60°C. Minyak hasil transesterifikasi kemudian di cuci menggunakan air hangat untuk membuang gliserol yang merupakan produk samping. Selanjutnya biodiesel dipanaskan pada cawan porselin untuk selama 10 menit untuk menghilangkan sisa-sisa air dan pelarut n-heksana. Biodiesel kemudian dianalisis sifat fisika dan kimianya yang meliputi densitas, wujud, warna, titik leleh, nilai ALB/FFA, bilangan asam, bilangan IOD, bilangan penyabunan, nilai kalor, dan angka setana.



Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif menggunakan rumus yang disesuaikan dengan teknik pengukuran parameter kualitas biodiesel yang diuji.

1. Pengujian nilai FFA dilakukan sesuai standart AOAC 1984. Rumus yang digunakan: $FFA = \frac{\text{volume KOH (ml)} \times M \text{ KOH} \times Mr}{10 \times \text{Massa sampel}}$
2. Pengujian densitas dilakukan menggunakan gelas ukur dan menimbang massa 1 ml biodiesel. Rumus yang digunakan : $\rho = \frac{m_2 - m_1}{v}$
3. Analisis kadar metil ester dilakukan dengan menggunakan perhitungan pendekatan nilai viskositas dengan rumus $\%FAME = -45,055 (\text{Viskositas Kinematik}) + 162,85$
4. Analisis bilangan asam dilakukan menggunakan standart AOAC 1984 dengan rumus: $\text{Bilangan asam} = \frac{56,1 \times M \text{ KOH} \times \text{volume KOH (ml)}}{\text{Massa Sampel}}$
5. Perhitungan nilai kalor suatu biodiesel dilakukan dengan menggunakan rumus pendekatan nilai bilangan penyabunan dan bilangan iodin. $HHV = 49,43 - (0,015 \times \text{bilangan iodin}) (0,041 \times \text{bilangan penyabunan})$
6. Pengukuran angka setana menggunakan nilai pendekatan indeks setana. $\text{Indeks setana} = 46,3 + 5,458 / (\text{bilangan penyabunan}) - (0,225 \times \text{Bilangan Iodien})$. Hasil uji sifat fisis dan kimiawi biodiesel yang disesuaikan dengan SNI 04-7182-2015.

7. Pengukuran bilangan penyabunan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:
 Bilangan Penyabunan = $[(V_0 - V_1) \times N \times 56.1] / m$
 Keterangan: V_0 : Volume larutan standar (misal, KOH) yang digunakan untuk titrasi blanko (mL); V_1 : Volume larutan standar yang digunakan untuk titrasi sampel (mL)
 N : Normalitas larutan standar (mol/L); 56.1: Berat ekuivalen KOH (mg/mmol); m : Massa sampel lemak atau minyak (gram) (Rachmanita & Safitri, 2020)

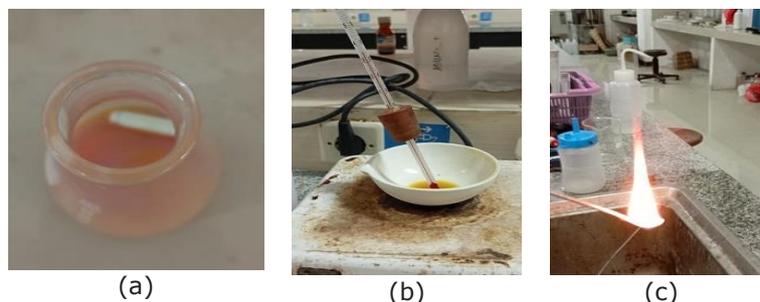
3. Results and Discussion

Penelitian ini telah berhasil membuat biodiesel dari ekstrak biji palem putri. Biodiesel yang dihasilkan berwujud gel atau disebut gel biodiesel dengan warna coklat kekuning-kuningan.



Gambar 5 Produk berupa gel biodiesel

Gel biodiesel yang dihasilkan diuji densitasnya, di uji bilangan asamnya, dan diuji nilai ALB nya. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai densitas sebesar 1,236 gr/ml, bilangan asam sebesar 1,177 mg KOH/g, dan nilai ALB sebesar 0,587%.



Gambar 6 (a) Pengujian bilangan asam, (b) Pengujian titik leleh, (c) Pengujian pembakaran

Uji titik leleh dilakukan dengan mengukur suhu gel biodiesel saat berubah wujud dari gel menjadi cair dan diketahui titik leleh gel biodiesel sebesar 36-38°C. Adapun bilangan iod sebesar 34,514 dan bilangan penyabunan sebesar 63,19 mg KOH/g. Ringkasan hasil pengujian sifat fisika dan kimia gel biodiesel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sifat Fisika dan Kimia Gel Biodiesel

No	Sifat Fisika-Kimia	Hasil Pengujian	Standar SNI Biodiesel Cair Umumnya	Keterangan
1	Densitas	1.236 gr/ml	850 – 890 gr/ml	Tidak memenuhi
2	Wujud	Gel	Cair	Tidak memenuhi
3	Warna	Coklat kekuningan	Kuning kecoklatan	Mendekati
4	Titik Leleh/titik tuang	36-38°C	18°C	Tidak memenuhi
5	Nilai FFA/ALB	0,587%.	< 0,30%	Mendekati SNI
6	Bilangan Asam	1,177 mg KOH/g	0,6 mg KOH/g	Tidak memenuhi
7	Bilangan IOD	34,514 (g-I ₂ /100 g)	115 g I ₂ /100g maks	Memenuhi
8	Bilangan Penyabunan/saponifikasi	63,19 mg KOH/g.	<500 mg	Memenuhi
9	Nilai kalor	48,088 MJ/Kg	37-40 MJ/kg	Memenuhi
10	Angka setana	38,620	51 (minimal)	Mendekati SNI

Pada umumnya biodiesel memiliki wujud cair dalam suhu ruangan dan digunakan untuk mesin kendaraan bermotor. Pada penelitian ini telah dihasilkan biodiesel dalam wujud gel dalam suhu

ruangan. Gel biodiesel yang telah dihasilkan memiliki warna coklat kekuningan, mirip dengan warna biodiesel pada umumnya. Padahal minyak hasil ekstraksi biji palem putri berwarna oranye. Perubahan warna ini merupakan salah satu indikator keberhasilan pembuatan biodiesel dari minyak biji palem. Hasil pengukuran densitas (m/v) biodiesel dalam bentuk gel menunjukkan nilai sebesar 1,236 gr/ml. Ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan standar SNI untuk biodiesel cair, yang berkisar antara 850–890 gr/ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa titik leleh atau titik tuang gel biodiesel berada pada rentang 36–38°C, sedangkan Standar SNI biodiesel cair menetapkan bahwa titik tuang maksimum yang diperbolehkan adalah 18°C. Berdasarkan karakteristik wujud, densitas, dan titik tuang tersebut gel biodiesel ini tentu tidak cocok jika digunakan untuk mesin karena akan menyebabkan penyumbatan. Namun demikian, gel biodiesel ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk peralatan memasak portabel dalam kegiatan *outdoor* atau kamping, perapian dalam ruangan, dan pemanas makanan (*chafing dishes*) untuk menjaga hidangan prasmanan dan catering tetap hangat.

Nilai ALB dan bilangan asam pada biodiesel merupakan indikator penting kualitas biodiesel. Semakin rendah nilai ALB dan bilangan asam, semakin baik kualitas biodiesel tersebut (Yenika et al., 2024). Adapun nilai ALB gel biodiesel yang dihasilkan sebesar 0,587%, sedangkan nilai FFA standar SNI biodiesel <0,30%. Bilangan asam gel biodiesel yaitu 1,17 mg KOH/gr, sedangkan bilangan asam standar SNI biodiesel 0,6 mg KOH/g. Meskipun nilai ALB dan bilangan asam gel biodiesel yang dihasilkan saat ini sedikit lebih tinggi dari standar SNI, namun nilai tersebut menunjukkan bahwa proses produksi gel biodiesel sudah cukup baik. Dengan beberapa penyempurnaan proses, nilai ALB dan bilangan asam ini bisa diturunkan lebih lanjut agar memenuhi standar SNI. Nilai ALB dan bilangan asam yang ada bisa dijadikan sebagai baseline untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut. Ini memberikan kesempatan untuk mengevaluasi dan memperbaiki metode produksi yang digunakan, sehingga dapat mencapai kualitas gel biodiesel yang sesuai dengan standar yang diharapkan.

Bilangan iod (iodine value) untuk biodiesel mengukur tingkat ketidakjenuhan minyak atau lemak yang digunakan dalam produksi biodiesel. Bilangan iod yang terlalu tinggi dapat menunjukkan kerentanan biodiesel terhadap oksidasi, yang dapat menyebabkan pembentukan endapan dan penurunan kualitas bahan bakar dari waktu ke waktu. Berdasarkan hasil pengukuran, bilangan IOD gel biodiesel sebesar 34,514 g-I₂/100 g sedangkan standar SNI yaitu 115 g-I₂/100 g maksimal. Ini menunjukkan bahwa bilangan IOD gel biodiesel telah memenuhi standar SNI. Bilangan iod yang lebih rendah biasanya menunjukkan bahwa biodiesel memiliki tingkat ketidakjenuhan yang lebih rendah (Suleman et al., 2019). Ini berarti gel biodiesel tersebut cenderung lebih stabil terhadap oksidasi dan memiliki umur simpan bahan bakar yang lebih lama.

Bilangan penyabunan (*saponification value*) adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan jumlah asam lemak yang terdapat dalam suatu lemak atau minyak, termasuk biodiesel. Bilangan ini menunjukkan jumlah miligram kalium hidroksida (KOH) yang diperlukan untuk menyabunkan 1 gram lemak atau minyak (Apituley et al., 2020). Dalam konteks biodiesel, bilangan penyabunan dapat memberikan informasi tentang komposisi dan sifat kimia dari ester metil yang dihasilkan dari proses transesterifikasi minyak atau lemak. Adapun bilangan penyabunan gel biodiesel sebesar 63,19 mg KOH/g, sedangkan bilangan penyabunan standar SNI < 500 mg. Nilai saponifikasi yang rendah biasanya menunjukkan bahwa lemak atau minyak tersebut terdiri dari asam lemak dengan rantai karbon yang lebih panjang dan memiliki kandungan asam lemak bebas yang rendah.

Nilai kalor pada biodiesel, yang juga dikenal sebagai nilai kalorimetri atau nilai panas, mengacu pada jumlah energi yang dilepaskan ketika sejumlah tertentu bahan bakar dibakar sepenuhnya dalam kondisi tertentu (Rachmanita & Safitri, 2020). Nilai ini diukur dalam satuan energi per unit massa, seperti joule per gram (J/g) atau megajoule per kilogram (MJ/kg), dan merupakan parameter penting yang menentukan efisiensi energi dari bahan bakar tersebut. Berdasarkan hasil pengukuran nilai kalor gel biodiesel sebesar 48,088 MJ/Kg, sedangkan nilai kalor biodiesel pada umumnya sekitar 37–40 MJ/kg. Nilai kalor gel biodiesel yang lebih tinggi menunjukkan bahwa, gel biodiesel tersebut mengandung lebih banyak energi per satuan massa, yang berarti lebih banyak energi yang dapat dihasilkan dari pembakaran biodiesel.

Angka setana (*cetane number*) adalah ukuran kemampuan bahan bakar diesel untuk melakukan pembakaran yang lancar dan efisien dalam mesin diesel. Dalam konteks biodiesel, angka setana adalah parameter penting yang menunjukkan seberapa mudah dan cepat bahan bakar akan

menyala setelah disuntikkan ke dalam ruang bakar mesin diesel (Devita, 2015). Adapun angka setana gel biodiesel sebesar 38,620 sedangkan standar minimal SNI sebesar 51. Angka cetane 38,620 bukanlah angka yang buruk. Hal ini menunjukkan bahwa gel biodiesel yang di produksi sudah memiliki kualitas dasar yang cukup baik. Dengan sedikit modifikasi pada proses produksi atau formulasi, kualitas dapat ditingkatkan secara signifikan. Meskipun angka cetane belum optimal, penggunaan gel biodiesel tetap berkontribusi pada upaya pelestarian lingkungan.

4. Conclusion

Penelitian ini telah berhasil membuat biodiesel dari biji palem putri. Biodiesel yang dihasilkan berwujud gel atau disebut sebagai gel biodiesel dengan warna coklat kekuningan dengan densitas 1.236 gr/ml dan titik tuang 36-38°C. Nilai FFA/ALB sebesar 0,587%, bilangan Asam 1,177 mg KOH/g, bilangan IOD 34,514 (g-I₂/100 g), bilangan penyabunan/saponifikasi 63,19 mg KOH/g, nilai kalor 48,088 MJ/Kg, dan angka setana 38,620. Nilai bilangan IOD, bilangan penyabunan, dan nilai kalor telah memenuhi standar SNI biodiesel cair pada umumnya, sedangkan angka setana dan nilai ALB telah mendekati standar SNI.

Acknowledgement

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Aman Santoso, M.Si., Inggar Firdaus Hayuningtas, S.Si., Alfina Amalia, S.Si., dan Suryani Indah Permatasari, S.Si, serta civitas akademika lain yang telah memberikan izin, membimbing dan membantu tim peneliti dalam melaksanakan penelitian gel biodiesel di Laboratorium Organik, Departemen Kimia, Universitas Negeri Malang.

References

- Apituley, D. A., Sormin, R. B. D., & Nanlohy, E. E. (2020). Karakteristik dan profil asam lemak minyak ikan dari kepala dan tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*). *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(1), 10–19.
- Arini, W. D. (2013). *Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi Terhadap Kemurnian Gliserol Sebagai Hasil Samping Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas (The Influence of Speed Centrifugation About Preserving The Purity of Glycerol as a By-Product In The Manufacture of Biodiesel from Waste Cooking Oil)* [PhD Thesis]. Undip.
- Arita, S., Dara, M. B., & Irawan, J. (2008). PEMBUATAN METIL ESTER ASAM LEMAK DARI CPO OFF GRADE DENGAN METODE ESTERIFIKASI-TRANSESTERIFIKASI. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2).
- Brunner, I. M. I. (2022). Pengaruh Biodiesel Terhadap Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Dengan Aplikasi APPLE-GATRIK (Studi Kasus PLTD Talaga Sulawesi Tenggara). *Serambi Engineering*. <https://repo.itpln.ac.id/297/>
- Devita, L. (2015). BIODIESEL SEBAGAI BIOENERGI ALTERNATIF DAN PROSPEKTIF. *Agrica Ekstensi*, 9(2). <https://www.polbangtanmedan.ac.id/pdf/Jurnal%202015/Vol%209%20No%202/04%20LIZA.pdf>
- Dinanti, P., Sundari, S., Laksmono, R., Ramadhan, T. R., & Sianipar, L. (2024). Analisis Biaya Ekonomi Serta Dampak Lingkungan Penggunaan Gasoline dan Biofuel Sebagai Bahan Bakar Transportasi. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, 5(3), 1892–1905.
- DiNicolantonio, J. J., & O’Keefe, J. H. (2022). Monounsaturated Fat vs Saturated Fat: Effects on Cardio-Metabolic Health and Obesity. *Missouri Medicine*, 119(1), 69–73.
- Iyasele, J. U., Uadia, J. O., Akhigbe, I. U., Jacob, J. N., & Ogbeide, O. K. (2022). Physico-Chemical Properties, Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Adonia merrillii* Kernel Seed Oil. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 6(4). <https://doi.org/doi.org/10.26538/tjnpr/v6i4.22>
- Kapuji, A., Hadi, S., & Arifin, Z. (2021). Proses Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Jurnal Chemtech*, 7(1), Article 1.
- Novianti, D., Nursaidah, D., & Supriatna, A. (2023). Karakterisasi Dan Keanekaragaman Tumbuhan Famili *Arecaceae* Di Kampus 1 UIN Sunan Gunung Djati Bandung. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 2(1), 65–79.

- Prasetyo, A. E., Widhi, A., & Widayat, W. (2012). Potensi gliserol dalam pembuatan turunan gliserol melalui proses esterifikasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan UNDIP*, 10(1), 26–31.
- Rachmanita, R. E., & Safitri, A. (2020). Pemanfaatan Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel dengan Pemurnian Water Washing. *JURNAL ILMIAH SAINS*, 20(2), 88. <https://doi.org/10.35799/jis.20.2.2020.28266>
- Sudradjat, R., Pawoko, E., Hendra, D., & Setiawan, D. (2010). Pembuatan biodiesel dari biji kesambi (*Schleichera oleosa* L.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 28(4), 358–379.
- Suleman, N., Paputungan, M., & others. (2019). Esterifikasi dan transesterifikasi stearin sawit untuk pembuatan biodiesel. *Jurnal Teknik*, 17(1), 66–77.
- Yenika, I. F., Sefentry, A., & Fatimura, M. (2024). SINTESIS BIODIESEL MENGGUNAKAN MINYAK JELANTAH DENGAN MENGGUDU (*Morinda citrifolia*) SEBAGAI ADSORBEN SERTA VARIASI KATALIS NaOH DAN WAKTU TRANSESTERIFIKASI. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 9(1).