

Transesterifikasi *In situ* Produksi Biodiesel Dengan Variasi Massa Bahan Baku Terhadap Karakteristik Biodiesel

In situ Transesterification For Biodiesel Production With Variation In Feedstock Mass Effects on Biodiesel Characteristics

N syafitri, M Mustikaningrum

Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik – Indonesia

nasyaaf20@gmail.com

Artikel histori:

Diterim 09 Januari 2024

Diterima dalam revisi 16 Januari 2024

Diterima 26 Februari 2024

Online 29 Februari 2024

ABSTRAK: Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang menjanjikan, bersifat ramah lingkungan, dan tidak berdampak bagi kesehatan. Pada penelitian ini, pembuatan biodiesel dilakukan dengan metode transesterifikasi *in situ*. Bahan baku yang digunakan yaitu biji mahoni dengan variasi massa bahan baku 10 gram dan 20 gram. Katalis yang digunakan adalah KOH dengan metanol sebagai *solvent* dan n-heksana sebagai *co-solvent*. Transesterifikasi *in situ* dilakukan pada temperatur reaksi 65°C, kecepatan pengadukan 400 rpm, dan lama waktu reaksi 40 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa massa bahan baku berpengaruh terhadap *yield* biodiesel. Pada massa bahan baku 10 gram dapat menghasilkan *yield* sebesar 70,09% sedangkan untuk massa bahan baku 20 gram sebesar 82,00%. Hasil analisis biodiesel tersebut menunjukkan bahwa nilai densitas pada variasi massa bahan baku 10 gram sebesar 0,8512 dan pada variasi massa bahan baku 20 gram sebesar 0,8556. Nilai kadar air sebesar 1,46% dan kadar *free fatty acid* (FFA) sebesar 0,76 mg KOH/gram untuk variasi massa bahan baku 10 gram dan 0,675 mg KOH/gram untuk variasi massa bahan baku 20 gram. Hasil dari uji karakteristik biodiesel tersebut memenuhi standart SNI 7182:2015.

Kata kunci: Mahoni, Biodiesel, Transesterifikasi *in situ*, Densitas, Kadar air, Asam lemak bebas.

ABSTRACT:

Biodiesel is one of the promising alternative fuels, environmentally friendly, and has no adverse effects on health. In this study, biodiesel production was carried out using the in situ transesterification method. The raw material used was mahogany seeds with variations in raw material mass of 10 grams and 20 grams. The catalyst used was KOH with methanol as the solvent and n-hexane as the co-solvent. In situ transesterification was performed at a reaction temperature of 65°C, stirring speed of 400 rpm, and a reaction time of 40 minutes. The research results show that the mass of the raw material affects the biodiesel yield. At a raw material mass of 10 grams, a yield of 70.09% was obtained, while for a raw material mass of 20 grams, the yield was 82.00%. The biodiesel analysis results show that the density values for the 10-gram raw material mass variation are 0.8512, and for the 20-gram raw material mass variation, it is 0.8556. The water content is 1.46%, and the free fatty acid (FFA) content is 0.76 mg KOH/gram for the 10-gram raw material mass variation and 0.675 mg KOH/gram for the 20-gram raw material mass variation. The results of the biodiesel characteristic tests meet the SNI 7182:2015 standard.

Keywords: Mahogany, Biodiesel, In situ transesterification, Density, Water content, Free fatty acid.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan energi setiap tahun di Indonesia menyebabkan penurunan pasokan energi utama. Pertumbuhan konsumsi energi di negara ini dapat dilihat dari tahun 2009 hingga 2011, dengan jumlah konsumsi energi mencapai 297.271.113, 355.426.352, dan 359.686.797 BOE berturut-turut. Lebih dari 78% dari total penyedia energi utama masih bergantung pada sumber energi konvensional seperti batu bara, gas alam, dan minyak bumi, sedangkan 21% sisanya berasal dari sumber energi terbarukan. (Malik et al, 2017).

Dalam menghadapi situasi tersebut, pemerintah menunjukkan perhatian yang besar terhadap kemajuan bahan bakar nabati, yang dikenal sebagai biofuel, termasuk biodiesel, bioetanol, dan minyak tanaman murni. Hal ini tercermin dalam penerbitan Instruksi Presiden nomor 1 tahun 2006 yang mengatur tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati sebagai opsi bahan bakar alternatif. Salah satu solusi energi alternatif yang dapat diadopsi untuk mengatasi masalah tersebut adalah biodiesel. (Devita *et al*, 2015). Biodiesel mendapatkan perhatian khusus dalam hal menipisnya bahan bakar fosil di seluruh dunia. Biodiesel dapat digunakan secara langsung maupun dicampur dengan bahan bakar fosil tanpa modifikasi mesin yang berat (Arlene *et al*, 2013). Biodiesel memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan minyak fosil, di antaranya adalah kemampuannya untuk terurai secara alamiah dan ketersediaannya yang dapat diperbaharui (Mahlinda *et al*, 2018). Produksi biodiesel juga harus memenuhi standart mutu yang telah ditetapkan. Terdapat beberapa parameter uji yang harus dipenuhi pada produksi biodiesel, menurut SNI 7182:2015. Pada Tabel berikut adalah standart mutu biodiesel menurut SNI 7182: 2015 untuk parameter uji kadar air, asam lemak bebas, dan densitas.

Tabel 1. Standart baku mutu Biodiesel menurut SNI 7182:2015

Parameter Uji	Persyaratan
Massa Jenis	850-890 kg/m ³
Kadar air dan sedimen	0,05 %-vol,maks
Angka asam	0,5 Mg-KOH/g, maks

Salah satu jenis minyak nabati potensial sebagai bahan baku pembuatan biodiesel adalah minyak dari biji mahoni (Devita *et al*, 2015). Tanaman yang berasal dari Hindia Barat ini dapat dijumpai tumbuh secara alami di hutan jati dan lokasi lain yang berdekatan dengan pantai, atau ditanam sebagai tanaman peneduh di tepi jalan. Tinggi pohon mahoni mencapai 30-35 meter. Kulit batang berwarna abu-abu dan halus ketika masih muda, namun berubah menjadi coklat tua, beralur, dan mengelupas ketika

setelah tua. Daun biji mahoni berbentuk bulat telur atau lonjong dengan ujung yang lancip, mempunyai panjang sekitar 5-6 cm, dan lebar sekitar 2-3 cm. Daun biji mahoni berwarna hijau tua, licin dan tidak berbulu. Berikut adalah gambar pohon mahoni (Sulastri, 2011).



Gambar 1. Buah mahoni matang

Pelarut dan katalis memegang peran penting dalam proses transesterifikasi. Terdapat perbedaan dengan reaksi hidrolisis, dimana dalam reaksi transesterifikasi, pelarut atau reagen yang digunakan bukanlah air, melainkan alkohol. (Lestari, 2022). Penting untuk memperhatikan tingkat kepolaran zat dalam pelarut selama proses transesterifikasi. Senyawa yang bersifat polar hanya akan larut dalam pelarut polar, sementara senyawa yang bersifat non-polar akan larut dalam pelarut non-polar. (Leksono, 2018). Ciri-ciri pelarut yang baik melibatkan memiliki titik didih rendah, keberlanjutan, tidak berbahaya, tidak meninggalkan residu, dan harganya relatif terjangkau. (Ariyani, 2008). Methanol atau biasa disebut (*wood alcohol*) merupakan alkohol paling sederhana. Methanol sering digunakan sebagai pelarut karena dapat melarutkan baik senyawa polar maupun non-polar, menjadikannya sangat efektif untuk mengekstrak berbagai jenis senyawa. (Muaja, 2017). Proses produksi biodiesel membutuhkan katalis karena reaksinya cenderung berlangsung secara lambat. Katalis berperan dalam menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi dapat berjalan dengan lebih cepat (Santoso, 2013).

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi massa bahan baku terhadap karakteristik biodiesel, termasuk kadar air, densitas, dan *free fatty acid* (FFA), dengan memastikan bahwa parameter-parameter tersebut sesuai dengan standar mutu biodiesel. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan massa biodiesel yang memberikan hasil optimum dalam hal yield.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian produksi biodiesel dari biji mahoni dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik. Metode yang digunakan adalah transesterifikasi *in situ* dengan beberapa variabel tetap, seperti ukuran partikel, perbandingan pelarut dengan bobot biji mahoni (4:1), jenis katalis, waktu proses, dan temperatur proses. Variabel yang divariasikan

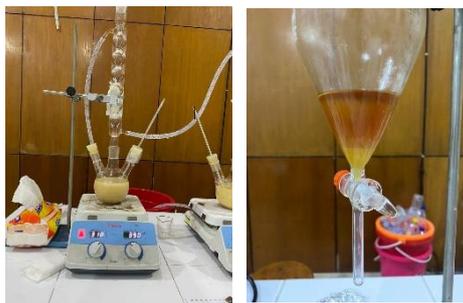
melibatkan massa bahan baku, dengan jumlah sebesar 10 gram dan 20 gram.

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup biji mahoni yang telah dikeringkan dan diukur ukuran partikelnya menjadi sebesar 30 mesh, sebagai bahan baku penghasil minyak nabati dalam jumlah 10 gram dan 20 gram. Selain itu, methanol digunakan sebagai pelarut dengan kemurnian 96%, dengan volume sebanyak 250 mL. Co-solvent yang digunakan adalah n-heksana sebanyak 10 mL. Katalis basa yang digunakan adalah KOH dengan jumlah sebanyak 4% dari berat bahan baku.

2.2. Alat

Peralatan yang digunakan dalam proses transesterifikasi *in situ* produksi biodiesel melibatkan rangkaian alat transesterifikasi, termasuk reaktor labu leher tiga sebanyak 500 mL, magnetic stirrer, thermometer alkohol, pendingin balik, hot plate, statif, dan klem. Selain itu, rangkaian alat dekantasi terdiri dari corong pemisah, gelas beaker sebanyak 250 mL, klem, dan statif. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Rangkaian alat transesterifikasi in-situ

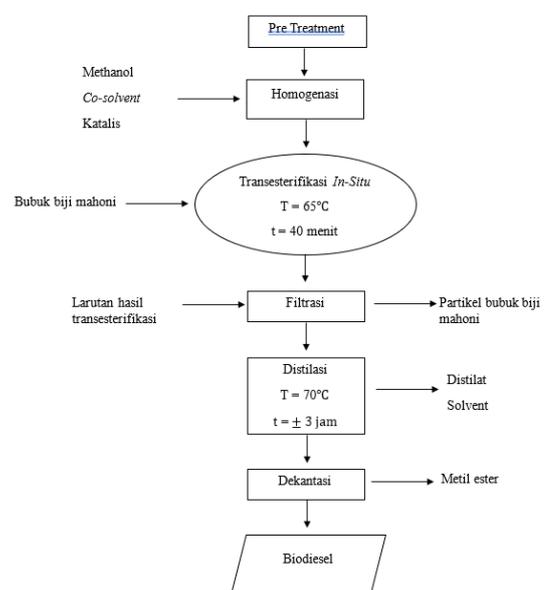
2.3. Metode

Proses transesterifikasi *in situ* dimulai dengan tahap homogenisasi pelarut methanol, co-solvent n-heksana, dan katalis KOH. Homogenisasi bertujuan untuk mencapai pelarutan yang sempurna antara pelarut, co-solvent, dan katalis, yang memiliki karakteristik yang berbeda (Arlene, 2013). Setelah proses homogenisasi *hot plate* dinyalakan hingga mencapai temperatur 65 °C. Setelah temperatur mencapai *set point*, bubuk biji mahoni dimasukkan kedalam reaktor labu leher tiga, kecepatan pengadukan diatur pada 400 rpm. Proses transesterifikasi dilakukan selama 40 menit.

Tahap kedua adalah proses filtrasi, yang dilakukan menggunakan vacuum buncher dan kertas saring. Larutan hasil transesterifikasi *in situ* dituangkan ke dalam corong yang sudah dilapisi kertas saring, kemudian disambungkan dengan

vacuum buncher untuk memisahkan partikel bubuk mahoni dari filtrat.

Pada tahap selanjutnya yaitu proses distilasi atau pemisahan komponen berdasarkan titik didih. Proses ini dilakukan pada suhu 70°C selama kurang lebih 3 jam. Proses distilasi berfungsi untuk memisahkan pelarut dan metil ester. Tahap selanjutnya yaitu proses dekantasi. Larutan hasil distilasi dimasukkan kedalam corong pemisah dan diendapkan selama kurang lebih 6 jam sehingga terbentuk 2 lapisan yaitu metil ester dan gliserol. Lapisan metil ester selanjutnya diambil untuk selanjutnya dilakukan uji karakteristik biodiesel yaitu pengujian kadar air, angka asam dan densitas. Diagram alir proses transesterifikasi *in situ* produksi biodiesel dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. Diagram alir proses transesterifikasi in-situ produksi biodiesel

2.4. Uji Karakteristik Biodiesel

a. Pengujian kadar air

Pengujian kadar air dengan cara menimbang gelas beaker 50 mL yang dicuci dan ditempatkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 100 °C. Massa dicatat sebagai berat botol kosong. Selanjutnya, 5 gram bubuk biji mahoni yang dikeringkan dimasukkan ke dalam beaker 50 mL, dan massa dicatat sebagai berat beaker + berat sampel. Presentase kadar air dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\%Kadar\ Air = \frac{(W1 - W0) \times 100}{W0} \quad (1)$$

b. Pengujian massa jenis (densitas)

Piknometer yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu dan dikeringkan kemudian ditimbang dan dicatat massa piknometer kosong. Sampel dimasukkan kedalam piknometer kosong dan ditutup. Dipastikan sudah tidak ada gelembung dalam piknometer kemudian ditimbang dan dihitung densitas dengan sampel per volume menggunakan rumus berikut:

$$\rho = \frac{W_a - W_b}{V} \quad (2)$$

c. Pengujian asam lemak bebas

Langkah awal dalam pengujian Free Fatty Acid (FFA) melibatkan pembuatan larutan standarisasi. sebanyak 10 mL larutan KOH x N diambil dan dimasukkan ke dalam 125 mL, 2-3 tetes indikator phenolphthalein ditambahkan. Titrasi larutan KOH x N dengan larutan HCl 0,1 N standar hingga terjadi perubahan warna dari ungu menjadi bening. Catat volume HCl yang digunakan untuk titrasi, lalu ulangi percobaan. Normalitas larutan standarisasi dapat dihitung dengan rumus :

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2 \quad (3)$$

Setelah menentukan normalitas KOH, ambil 2 mL sampel yang akan diuji dan reaksikan dengan 2 mL metanol 96%, panaskan dengan hot plate hingga mencapai 40 °C. Setelah suhu mencapai 40 °C, tambahkan 2-3 tetes indikator phenolphthalein. Lakukan titrasi dengan KOH yang telah distandarisasi sebelumnya, catat volume KOH yang digunakan. Kadar asam lemak bebas dapat dihitung dengan rumus berdasarkan volume KOH yang terpakai.

$$\%FFA = \frac{V_2 \cdot N_2 \cdot BM \text{ KOH}}{W_s \cdot 1000} \quad (4)$$

d. Perhitungan *yield* biodiesel

Dengan variabel massa bahan baku 10 gram dan 20 gram, dengan waktu proses 40 menit dapat dihitung perolehan *yield* biodiesel dengan persamaan:

$$\%Yield = \frac{W_{bio}}{W_m \cdot \%minyak} 100\% \quad (5)$$

terkandung pada suatu bahan. Kadar air yang tinggi menunjukkan mutu minyak tersebut rendah dikarenakan semakin banyak air yang terkandung maka minyak akan lebih mudah terhidrolisis,. Kandungan air pada bahan baku sangat berpengaruh terhadap kualitas bahan bakar. Kandungan air yang berlebihan dapat menimbulkan penimbunan kristal yang menyebabkan penyumbatan aliran bahan bakar. Pada pengujian kadar air biji mahoni dilakukan sebanyak 3 tahap dengan suhu dan waktu yang telah disesuaikan dengan laju pengeringan hingga didapatkan kadar air sebesar 1,46%. Hasil perhitungan kadar air biji mahoni tersebut memenuhi standart mutu biodiesel menurut SNI 7182:2015 yaitu kurang dari 5% dari volume maksimal.

3.2 Transesterifikasi *in situ*

Proses transesterifikasi *in situ* pembuatan biodiesel dari minyak biji mahoni memerlukan waktu proses kurang lebh 40 menit dan dijalankan pada temperatur 65°C, dengan pertimbangan suhu proses dianggap optimum dikarenakan mendekati titik didih pelarut, dan jika proses dilakukan dengan lama waktu lebih dari 60 menit maka dikhawatirkan ester yang dihasilkan akan berkurang, karena gliserol bebas akan bereaksi Kembali dengan metil ester membentuk gliserid, dikarenakan reaksi berlangsung secara *reversible* (bolak-balik). Filtrasi berfungsi memisahkan filtrat berupa pelarut dan metil ester dengan partikel bubuk biji mahoni.

Proses distilasi kali ini dioperasikan pada suhu 70°C dimana pada suhu tersebut mempunyai jarak yang dekat dengan titik didih methanol yaitu 67°C. Proses distilasi dilakukan selama kurang lebih 3 jam atau sampai dirasa sudah tidak ada metanol yang menetes dari kondensor ke elenmayer penampungan. Hasil distilasi berupa metil ester akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu proses dekantasi.

Berbeda dengan distilasi, proses dekantasi terjadi dikarenakan terdapat perbedaan densitas antara metil ester dan gliserol, maka dari itu keduanya dapat terpisahkan secara gravitasi. Hasil dari proses dekantasi ditandai dengan terbentuknya dua lapisan yaitu lapisan bawah yang merupakan biodiesel dan lapisan atas yang merupakan gliserol. Gliserol merupakan produk samping pada produksi biodiesel. Gliserol merupakan salah satu senyawa yang dapat mempengaruhi nilai viskositas atau kekentalan suatu biodiesel, selain itu terbentuknya gliserol dapat menyebabkan terjadinya reaksi saponifikasi (Rudi Hartono, 2022). Sample biodiesel yang didapat pada penelitian kali ini disajikan pada gambar berikut

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kadar air biji mahoni

Kadar air merupakan banyaknya air yang



Gambar 4. Sample hasil produksi biodiesel

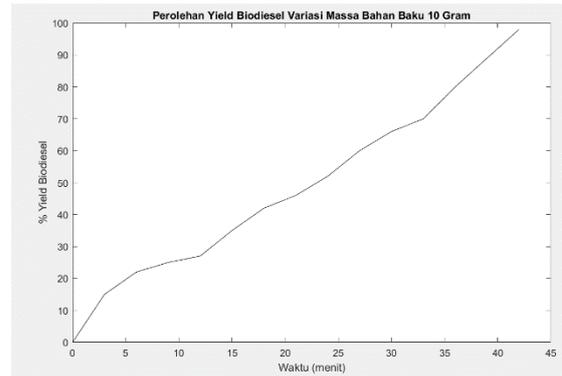
Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Joelianingsih, 2016) yaitu esterifikasi minyak kemiri sunan, dimana minyak kemiri sunan yang telah di ekstrak dan dilakukan uji asam lemak bebas sebelumnya, setelah itu dilakukan esterifikasi dengan pereaksi methanol, dibantu dengan katalis KOH, proses reaksi berlangsung secara *batch* serta berjalan pada temperatur 65 °C. Dalam penelitian ini, digunakan metode ekstraksi reaktif atau transesterifikasi *in situ*, di mana proses ekstraksi minyak, esterifikasi, dan reaksi transesterifikasi dilakukan secara bersamaan dengan methanol yang berperan sebagai pelarut ekstraksi dan sebagai reagen dalam proses transesterifikasi. Kelebihan dan kekurangan antara metode transesterifikasi *in situ* dan ekstraksi dijelaskan pada Tabel 2:

Tabel 2. Perbandingan metode ekstraksi dan transesterifikasi *in situ*

Metode	Kelebihan	Kekurangan
Ekstraksi	Kandungan dan komposisi minyak nabati dapat dianalisis terlebih dahulu sehingga dapat mempersiapkan perlakuan berdasarkan komposisi minyak	Proses cenderung memakan waktu lebih lama sehingga kurang efisien
Transesterifikasi <i>in situ</i>	Waktu yang lebih efisien dalam proses produksi	Proses pemisahan antara metil ester dan pelarut cenderung lebih sulit

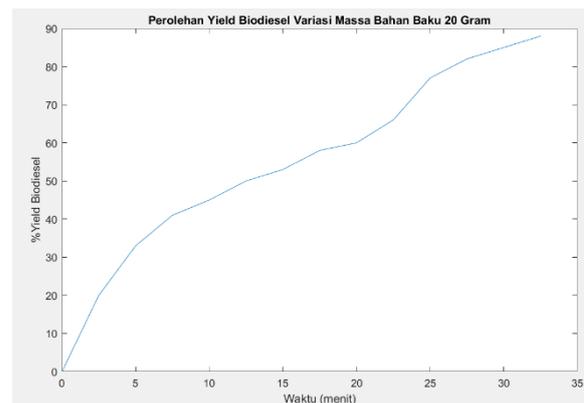
3.3 Perolehan *yield* biodiesel.

Yield merupakan perbandingan berat produk terhadap berat bahan baku. Perhitungan *yield* biodiesel pada variasi massa bahan baku 10 gram dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 5. Grafik perolehan *yield* biodiesel variasi massa bahan baku 10 gram

Pada gambar 3 disajikan grafik perolehan *yield* biodiesel dengan variasi massa bahan baku 10 gram. Dari hasil tersebut didapatkan perolehan *yield* paling tinggi pada menit ke 33 yaitu 70,09 %. Pada variasi massa bahan baku 10 gram dan dengan interval waktu 3 menit mengalami kenaikan presentase *yield* walaupun tidak begitu signifikan. Hasil perolehan *yield* biodiesel pada variabel massa bahan baku 20 gram disajikan pada grafik dibawah ini:



Gambar 6. Grafik perolehan *yield* biodiesel variasi massa bahan baku 20 gram.

Terdapat persamaan antara grafik perolehan *yield* biodiesel pada variasi massa bahan baku 10 gram dan 20 gram yaitu perolehan *yield* biodiesel yang sama-sama meningkat, namun pada perolehan *yield* biodiesel dengan variasi massa bahan baku 20 gram diperoleh peningkatan yang cukup signifikan dengan interval waktu yang sama. Perolehan *yield* tertinggi yaitu sebesar 82% pada menit ke 33.

Perolehan *yield* biodiesel yang dihasilkan pada kedua variabel cukup besar. hal ini dipengaruhi oleh massa bahan baku yang digunakan. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Busyairi *et al.*, 2020) yang melakukan penelitian tentang potensi minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel dengan variasi katalis dan waktu reaksi didapatkan hasil rendemen paling tinggi pada waktu proses 120 menit menggunakan katalis KOH dengan volume metil ester yang dihasilkan oleh minyak jelantah sebesar 1,534 mL yaitu 76,7%. Sedangkan pada penelitian

kali ini yang dilakukan dengan waktu proses yang lebih pendek, dan katalis yang sama didapatkan rendemen biodiesel sebesar 82% pada massa bahan baku 20 gram. Dari perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil pada penelitian kali ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Busyairi dkk.

3.4 Uji Densitas dan Angka Asam

Biodiesel dari minyak biji mahoni sebelum digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor perlu diujikan mutu kelayakan sesuai dengan standart mutu yang telah ditetapkan. Standart mutu yang digunakan di Indonesia adalah SNI 7182:2015 yang telah disahkan dan diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Pengujian karakteristik biodiesel meliputi densitas, viskositas, angka asam dan lain sebagainya. Pada penelitian kali ini karakteristik biodiesel yang diujikan yaitu kadar air, densitas dan angka asam.

Densitas atau massa jenis menunjukkan perbandingan massa per satuan volume, karakteristik tersebut yang nantinya akan berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel (Azhari, 2023). Densitas pada minyak nabati berkisar antara 0,696 gr/cm³ sampai 1,188 gr/cm³ densitas pada minyak nabati dipengaruhi oleh komponen komponen penyusun minyak nabati tersebut, semakin Panjang rantai penyusun minyak nabati tersebut semakin berat molekulnya, hal ini menjadikan densitas pada minyak nabati semakin besar (Aulia, 2022). Pada pengujian densitas produksi biodiesel dari biji mahoni didapatkan hasil sebesar 0,8512 gr/mL untuk variasi massa bahan baku 10 gram sedangkan untuk massa bahan baku 20 gram didapatkan nilai densitas sebesar 0,8556 gr/mL kedua nilai densitas baik dari variasi massa bahan baku 10 gram maupun 20 gram tersebut memenuhi standart baku mutu biodiesel menurut SNI 7182:2015.

Uji karakteristik biodiesel yang lainnya adalah pengujian angka asam atau biasa disebut *free fatty acid* (FFA). Bilangan asam merupakan banyaknya KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 gram sampel biodiesel. Kadar FFA pada biodiesel dapat meningkat dikarenakan adanya proses oksidasi dan hidrolisis yang tergabung dengan minyak netral (Karimah, 2023). Perolehan bilangan asam pada produksi biodiesel dari minyak biji mahoni dengan variasi massa bahan baku 10 gram diperoleh 0,76 mg KOH/gram dan pada variasi massa bahan baku 20 gram diperoleh sebesar 0,675 mg KOH/gram. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan asam lemak bebas pada biodiesel tergolong kecil, sehingga kemungkinan terjadinya korosi pada mesin berkurang dan biodiesel yang dihasilkan relatif aman untuk mesin, selain itu kedua nilai bilangan asam baik dari variasi massa bahan baku 10 gram dan 20 gram memenuhi standart mutu biodiesel

berdasarkan SNI 7182:2015 yaitu dengan nilai bilangan asam maksimal 0,8 mg KOH/gram.

4. KESIMPULAN

Proses produksi biodiesel berbahan baku biji mahoni melalui proses transesterifikasi *in situ* dengan variasi massa bahan baku 10 gram dan 20 gram diperoleh *yield* sebesar 70,09% untuk variasi massa bahan baku 10 gram sedangkan 82% pada variasi massa bahan baku 20 gram. Hasil analisis karakteristik biodiesel yakni pengujian kadar air pada biji mahoni didapatkan 1,46%. Densitas biodiesel pada variasi massa bahan baku 10 gram didapatkan sebesar 0,8512 gr/mL sedangkan pada massa bahan baku 20 gram didapatkan densitas sebesar 0,8556 gr/mL. Pengujian kadar FFA pada produksi biodiesel dari biji mahoni didapatkan sebesar 0,76 mg KOH/gram untuk variasi massa bahan baku 10 gram dan 0,675 mg KOH/gram untuk massa bahan baku 20 gram. Dari seluruh pengujian karakteristik biodiesel yang telah dilakukan pada penelitian kali ini dapat disimpulkan bahwa biodiesel yang diproduksi memenuhi standart mutu yang telah ditetapkan oleh SNI 7182:2015.

DAFTAR NOTASI

N1	=	Normalitas HCl
N2	=	Normalitas KOH
V	=	Volume sample (mL)
V1	=	Volume HCl (mL)
V2	=	Volume KOH (mL)
Wa	=	Berat piknometer + sample (g)
Wb	=	Berat piknometer kosong (g)
Wbio	=	Massa biodiesel (g)
W0	=	Berat botol kosong (g)
W1	=	Berat botol + sample (g)

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Malik Espad Nur Rahim. (2017). Pengaruh Katalis Asam dan Basa Terhadap Biodiesel Yang Dihasilkan Pada Proses Trans(esterifikasi) *In situ* Biji Karet (Havea brasiliensis). *Journal.Itny.Ac.Id, Prosiding Seminar Nasional ReTII ke-10 2015*, 1–5.
- Ariestya Arlene*1, D. A. (2013). Pengaruh Ukuran Biji Dan Metode Praperlakuan Panas Terhadap Ekstraksi Mekanik Minyak Kemiri. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11, 1–8.
- Busyairi, M., Za, A., Muttaqin, im, Meicahyanti, I., Studi Teknik Lingkungan, P., Teknik, F., Mulawarman Jalan Sambaliung No, U., & Timur, K. (2020). Potensi Minyak Jelantah

- Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi. *Serambi Engineering*, *V*(2).
- Devita, L. (2015). Biodiesel sebagai bioenergi alternatif dan prospektif. *Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Medan, Skripsi*, 23–26.
- Dewanti. (2021). Uji Aktifitas Katalis NaOH/Ni/gamma Al₂O₃ pada Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit (Activity Test Of NaOH /Ni/gamma Al₂O₃ Catalyst In Palm Oil Transesterification Process). *JJournal of Chemical Process Engineering*, *6 nomor 1*, 1–6.
- Fransiska Ariyani. (2008). Ekstraksi Minyak Atsiri dari Tanaman Sereh dengan Menggunakan Pelarut Metanol, Aseton, dan N-Heksana. *Journal Ilmiah Widya Teknik*, *7, No 2*, 1–10.
- Herry Santoso, S. M. P. (2013). Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Basa Heterogen Berbahan Dasar Kulit Telur . *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Katolik Prahayangan* , *1*(29).
- Imam Azhari. (2023). Pengaruh Katalisator Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Limbah Minyak Goreng . *Skripsi*, 1–52.
- Joelianingsih. (2016). Sintesis Biodiesel Dari Minyak Kemiri Sunan Dengan Katalis Homogen Melalui Reaksi Esterifikasi Dan Transesterifikasi Secara Bertahap . *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi (SEMNASSTEK) 2016 “Aplikasi Energi Dan Teknologi Maju Untuk Kemandirian Bangsa,”* 1–15.
- Karimah, C. N. (2023). Analisa Baterai Sebagai Sumber Kelistrikan Kendaraan Roda Dua Ditinjau Dari Kapasitas Dan Efisiensi. *Jurnal Teknik Terapan*, *2*(1). <https://doi.org/10.25047/jteta.v2i1.24>
- Lidya Permata Lestari. (2022). Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Transesterifikasi Minyak Jarak Keyar (Castor Oil) Terhadap Metil Ester Dengan Menggunakan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, *11:2*, 1–17.
- Mahlinda, M., & Busthan, M. (2018). Transesterifikasi *In situ* Biji Kemiri (Aleurites moluccana L) Menggunakan Metanol Daur Ulang dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik. *Agritech*, *37*(3), 295. <https://doi.org/10.22146/agritech.11263>
- Marfel G. D. Muaja. (2017). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Dari Daun Soyogik (Saurauia Bracteosa DC.). *E-Journal UNSRAT*, 1–5.
- Rudi Hartono. (2022). Pembuatan Biodiesel Dengan Reaktor Bersirkulasi Sederhana Menggunakan Katalis KOH. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, *15 no 1*, 1–10.
- Siti Novita Sari Ulfa. (2022). Artikel Review: Pemanfaatan Katalis Zeolit Alam Teraktivasi Dalam Sintesis Biodiesel Dengan Metode Esterifikasi Dan Transesterifikasi. *UNESA Journal of Chemistry*, *11*, 1–17.
- Sulastri. (2011). Uji Sifat Fisiko-Kimia Dan Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni (L.) Jacq.*) . UNIVERSITAS INDONESIA.
- Wahyu Bagio Leksono. (2018). Jenis Pelarut Metanol Dan N-Heksana Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut Gelidium sp. Dari Pantai Drini Gunungkidul – Yogyakarta. *Wahyu Bagio Leksono*, *21*(1):9-16, 1–8.
- Yeni Aulia, M. (2022). Ekstraksi Minyak Biji Ketapang Sebagai Bahan Baku Biodiesel. *Chemical Engineering Journal Storage*, *2:5*, 1–12.