

PENENTUAN WAKTU TRANSESTERIFIKASI OPTIMUM BIODIESEL DARI BIJI JARAK KEPYAR (*Ricinus Communis* L.)

N. K. Sinarsih

*Yoga Kesehatan, Fakultas Brahma Widya, Universitas Hindu Negeri I Gusti Bagus Sugriwa
Denpasar, Denpasar, Indonesia
Email: nktsinarsih@uhnsugriwa.ac.id*

Article Received on: 25th October 2023

Revised on: 4th March 2025

Accepted on: 1st July 2025

ABSTRAK

Biodiesel merupakan monoalkil ester dari rantai panjang asam lemak yang diturunkan dari sumber yang dapat diperbaharui seperti minyak nabati dan lemak hewan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu optimum transesterifikasi minyak jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) menjadi biodiesel dan mengetahui komposisi metil-ester penyusun biodiesel yang dihasilkan. Pada penelitian ini, pembuatan biodiesel dilakukan melalui tahapan persiapan bahan biji jarak kepyar, ekstraksi minyak, pengujian FFA, dan transesterifikasi pada berbagai variasi waktu yaitu 1; 1,5; 2; dan 2,5 jam dengan menggunakan katalis NaOH dalam metanol pada suhu 60°C. Data yang dikumpulkan yaitu data kuantitatif berupa kromatogram hasil pengujian biodiesel menggunakan instrumen GC-MS yang dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu transesterifikasi optimum untuk mengkonversi minyak jarak kepyar menjadi biodiesel adalah 1,5 jam. Pada waktu reaksi optimum tersebut, tidak ada asam lemak yang belum bereaksi menghasilkan metil ester, dan komposisi metil ester biodiesel yaitu metil-14-metil-pentadekanat (2,5%); metil-9-12-oktadekadienoat (9,41%), metil-9-oktadekenoat (9,62%); metil-oktadekanoat (2,36%); metil-12-hidroksi-9-oktadekanoat (75,46%); metil-eikosanoat (0,38%); metil-heksadekenoat (0,27%) dengan rendemen biodiesel 89,54%.

Kata kunci: biodiesel, metil ester, jarak kepyar, transesterifikasi

ABSTRACT

Biodiesel is a monoalkyl ester of long-chain fatty acids derived from renewable sources such as vegetable oil and animal fat. The purpose of this research is to determine the optimum time for transesterification of castor oil (*Ricinus Communis* L.) into biodiesel and to determine the composition of methyl esters that make up the resulting biodiesel. In this research, biodiesel production was carried out through the stages of preparing castor bean seed material, oil extraction, FFA testing, and transesterification at various time variations, namely 1; 1.5; 2; and 2.5 hours using a NaOH catalyst in methanol at a temperature of 60°C. The data collected is quantitative data in the form of analysis results using GC-MS instruments that are analyzed descriptively. The results showed that the optimum transesterification time to convert castor oil into biodiesel is at a reaction time of 1.5 hours. At this optimum reaction time, the composition of methyl ester biodiesel is methyl-14-methyl-pentadecanoate (2.5%); methyl-9-12-octadecadienoate (9.41%), methyl-9-octadecenoate (9.62%); methyl-octadecanoate (2.36%); methyl-12-hydroxy-9-octadecanoate (75.46%); methyl-eicosanoate (0.38%); methyl-hexadecenoate (0.27%) with a biodiesel yield of 89.54%.

Keywords: biodiesel, methyl-ester, castor, transesterification

PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap energi bahan bakar semakin tinggi sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri. Namun peningkatan kebutuhan bahan bakar tidak diimbangi dengan ketersediaan minyak bumi yang memadai karena minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Berdasarkan data dari Kementerian ESDM kebutuhan diesel

nasional mengalami penurunan dari tahun 2013 hingga 2016, namun setelah tahun 2016 sebesar 29.300 Ton Liter hingga 2022 mencapai 50.118 Ton Liter (Kementerian ESDM, 2022).

Dalam rangka memenuhi kebutuhan diesel diperlukan alternatif pengganti dari bahan baku yang dapat diperbaharui, salah satunya biodiesel. Biodiesel termasuk ke dalam bahan bakar alternatif ramah lingkungan dibandingkan energi fosil atau energi tidak terbarukan yang berperan penting dalam

perubahan iklim karena sumber energi fosil menghasilkan emisi CO₂ penyebab efek gas rumah kaca (Silitonga *et al.*, 2020). Sejak 2016, Indonesia telah mengeluarkan regulasi mengenai penggunaan biodiesel sebagai pengganti bahan bakar fosil. Bahkan, pada tahun 2018 pemerintah Indonesia telah mengesahkan peraturan mengenai penggunaan biodiesel sebagai pengganti bahan bakar fosil di seluruh sektor ekonomi (Tupa *et al.*, 2020).

Biodiesel merupakan monoalkil ester dari rantai panjang asam lemak yang diturunkan melalui proses transesterifikasi bahan baku dari sumber yang dapat diperbaharui seperti minyak nabati dan asam lemak yang berasal dari hewan (Brahma *et al.*, 2022). Apabila dibandingkan dengan bahan bakar fosil, biodiesel mempunyai kelebihan, diantaranya sifat bahan bakunya yang diperbarui (*renewable*), tidak memiliki kandungan sulfur, sehingga tidak memberikan kontribusi terhadap pembentukan hujan asam, memiliki sifat pelumas yang sangat baik sehingga dapat memperpanjang masa pakai mesin, dapat mempengaruhi emisi udara beracun dan bersifat biodegradable (Rajhana *et al.*, 2020). Selain itu, biodiesel memiliki kadar emisi gas buang lebih rendah daripada energi yang bersumber dari minyak bumi, gas alam, dan batu bara sehingga mengurangi pemanasan global.

Biodiesel dihasilkan dari reaksi transesterifikasi trigliserida (lemak) dengan alkohol menggunakan katalis basa. Suatu lemak bisa digunakan sebagai biodiesel apabila mengandung asam lemak rantai panjang dengan jumlah atom karbon 12-20 (Brahma *et al.*, 2022). Oleh karena itu, untuk mengetahui potensi suatu bahan alam sebagai biodiesel, maka dapat ditinjau dari rendemen atau jumlah minyak yang dihasilkan serta komposisi asam lemak yang terkandung di dalamnya yang diperoleh melalui proses hidrolisis (Dimawarnita *et al.*, 2021).

Salah satu bahan alam yang telah diketahui memiliki rendemen minyak relatif tinggi adalah biji jarak kepyar (*Ricinus communis* L). Biji jarak kepyar mempunyai rendemen minyak mencapai 57%, lebih tinggi dengan tumbuhan satu genusnya yaitu jarak pagar yang memiliki rendemen 40% (Andi Nugroho *et al.*, 2022). Selain itu jarak kepyar dapat tumbuh di berbagai kondisi tanah dan iklim sehingga sangat mudah dibudidayakan serta tidak berkompetisi pada pemenuhan kebutuhan pangan karena kandungan ricin yang

dimilikinya yang bersifat racun (Suharti & Bogor, 2019).

Minyak biji jarak kepyar diketahui mengandung berbagai jenis asam lemak, dimana salah satu asam lemak khas dan diketahui memiliki komposisi tertinggi dalam minyak yaitu asam risinoleat (Asam-12-hidroksi-9-oktadekenoat) mencapai 90% (Yeboah *et al.*, 2020). Adanya kandungan asam risinoleat yang tinggi dalam minyak biji jarak kepyar menyebabkan semakin berpotensi minyak tersebut untuk diolah menjadi biodiesel karena sifatnya yang mudah larut dalam alkohol sehingga dapat menurunkan biaya produksi jika diolah menjadi biodiesel (Husna *et al.*, 2021). Selain itu beberapa penelitian menunjukkan bahwa kandungan kimia dan sifat fisika minyak jarak kepyar sangat berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel (Kaur *et al.*, 2020).

Penelitian yang mendukung dalam pengembangan biji jarak kepyar menjadi biodiesel beberapa diantaranya yaitu dengan kombinasi jarak kepyar dan jarak pagar dalam pembuatan biodiesel (Husna *et al.*, 2021), pembuatan biodiesel jarak kepyar yang dikombinasikan dengan minyak jelantah dengan katalis CaO (Azhari *et al.*, 2023), modifikasi suhu dan waktu transesterifikasi dengan katalis abu tandan kosong kelapa sawit (Lestari *et al.*, 2021). Optimasi dalam produksi biodiesel dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya katalis (Gaur *et al.*, 2021), waktu reaksi (Bhuana *et al.*, 2018), dan suhu (Patchimpet *et al.*, 2020), dimana ketiga faktor tersebut saling berpengaruh dalam efektivitas dan efisiensi dalam proses pembuatan biodiesel. Katalis merupakan zat yang mempercepat laju reaksi, dimana perbedaan jenis katalis memberikan perbedaan kuantitas biodiesel yang dihasilkan, dimana katalis basa seperti NaOH dan KOH dilaporkan menghasilkan rendemen yang tinggi dan membutuhkan waktu reaksi yang pendek. KOH dilaporkan memberikan konversi relatif lebih tinggi dibandingkan NaOH namun tidak sebanding dengan perbandingan harga KOH yang jauh lebih tinggi dibandingkan NaOH (Ooi *et al.*, 2021). Begitu juga dengan suhu dan waktu reaksi sangat berpengaruh dalam efektivitas dan efisiensi dalam proses pembuatan biodiesel, dimana pembuatan biodiesel dari minyak biji jarak kepyar pada beberapa penelitian menunjukkan hasil optimum pada suhu 60°C (Elango *et al.*, 2019).

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan belum terdapat penelitian terkait optimasi produksi biodiesel dari minyak biji jarak kepyar dengan variasi waktu transesterifikasi menggunakan katalis NaOH. Berdasarkan fakta-fakta tersebut maka pada penelitian ini dilakukan penentuan waktu optimum transesterifikasi minyak biji jarak kepyar menjadi biodiesel dengan katalis NaOH dan analisis komposisi metil ester yang terkandung dalam biodiesel yang dihasilkan.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan terdiri dari biji jarak kepyar yang tua dan kering, metanol, larutan NaOH (0,1 N; 0,4 M), NaOH padat, H₂SO₄ pekat, H₂C₂O₄ padat, aquades, n-heksana, HCl 0,37 M, CuSO₄ anhidrat, NaOCH₃, etanol, fenolftalein (PP).

Peralatan

Alat yang digunakan meliputi seperangkat alat distilasi, gelas kimia 1000 mL, termometer, gelas kimia 100 mL, labu volumetri 100 mL, labu volumetri 50 mL, corong, gelas ukur (5 mL, 10 mL), kaca arloji, botol reagen, pipet tetes, batang pengaduk, spatula, labu Erlenmeyer (100 mL, 250 mL), statif, buret, neraca analitik, cawan petri, *stirrer*, corong pisah, aluminium foil, kertas saring.

Cara Kerja

Persiapan Bahan

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji jarak kepyar yang telah dikeringanginkan. Pengambilan biji jarak kepyar dilakukan dengan memilih pohon jarak kepyar yang ada pada areal yang sama. Penyiapan biji jarak kepyar yang dilakukan mulai dari pengumpulan bahan, pengupasan, pemotongan, pengeringan, dan penggilingan sehingga diperoleh sampel dalam keadaan serbuk dan kering.

Proses Ekstraksi Minyak

Minyak biji jarak kepyar diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut n-heksana. Sampel kering yang telah halus ditimbang sebanyak 500 g dan direndam dalam pelarut n-heksana sebanyak 2 L selama tiga hari. Setelah tiga hari, hasil campuran minyak dengan pelarut n-heksana dipisahkan dengan

metode distilasi sehingga mendapatkan minyak jarak kepyar dan n-heksana murni.

Pengujian Kadar FFA

Pengujian kadar FFA menggunakan 10 mL etanol yang dicampurkan dengan 6 g minyak dan 3 tetes larutan PP. Campuran tersebut dititrasi dengan NaOH 0,1 N. Kadar FFA dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\%FFA = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times Mr}{10 \times G} \quad (1)$$

Konversi Minyak Menjadi Biodiesel

Minyak yang telah dianalisis, dikonversi menjadi biodiesel melalui dua tahap, yaitu esterifikasi yang dilanjutkan dengan transesterifikasi. Esterifikasi dilakukan dengan pemanasan 250 mL minyak yang ditambahkan 105 mL methanol dan 6,3 mL asam sulfat pekat 98% disertai pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* pada 60°C selama tiga jam. Campuran didiamkan dalam corong pisah selama 6 jam dan dipisahkan, dimana lapisan atas adalah minyak dan lapisan bawah adalah air. Minyak hasil esterifikasi dilanjutkan dengan transesterifikasi dengan variasi 1; 1,5; 2; dan 2,5 jam. Transesterifikasi dilakukan dengan menggunakan larutan methanol dengan katalis NaOH yang dimasukkan ke dalam minyak dipanaskan pada suhu 60°C diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga waktu sesuai variasi yang ditentukan. Campuran hasil transesterifikasi pada masing-masing waktu dipindahkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 1 jam hingga terbentuk dua lapisan yaitu lapisan bawah berupa gliserol dan lapisan atas adalah biodiesel yang kemudian dipisahkan. Biodiesel dicuci sebanyak tiga hingga lima kali menggunakan air hangat 50°C hingga hasil pemisahan memiliki pH 7. Biodiesel yang telah murni dikeringkan lebih lanjut dengan pemanasan pada suhu 60°C hingga bening.

Analisis Biodiesel dengan GC-MS

Biodiesel yang diperoleh dari keempat variasi waktu dianalisis menggunakan GC-MS Agilent 6890N dengan jenis kolom HP5-MS sepanjang 30 m dan ID (*Insert Diameter*) 0,32 mm. Suhu yang digunakan 70°C selama 5 menit dengan kenaikan 10°C/menit hingga mencapai 270°C yang ditahan selama lima menit. Suhu injektor 260°C dengan detektor MS (*Mass Spectroscopy*). Gas pembawa digunakan Helium dengan kecepatan alir 1mL/menit.

Waktu optimum transesterifikasi ditentukan dengan mengacu pada hasil persentase komposisi metil ester dan rendemen biodiesel yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian, minyak yang dihasilkan sebanyak 310 mL, dengan massa jenis sebesar 0,92 g/mL dengan tampilan fisik cairan kental berwarna kuning pucat dengan rendemen minyak dari biji jarak kepyar sebesar 57%. Penelitian lain terkait dengan ekstraksi minyak biji jarak kepyar pada sepuluh sampel biji jarak kepyar dari berbagai lokasi di Nigeria menunjukkan hasil yang hampir sama dengan penelitian ini yaitu sebesar 40-60% (Raheem *et al.*, 2019). Minyak yang dihasilkan dari biji jarak kepyar relatif lebih besar jika dibandingkan dengan minyak dari biji jarak pagar yang hanya mencapai sekitar 46% (Andi Nugroho *et al.*, 2022). Berdasarkan persentase minyak yang dihasilkan tentunya jarak kepyar lebih berpotensi sebagai penghasil minyak yang merupakan bahan baku biodiesel jika dibandingkan dengan tumbuhan jarak pagar yang berada dalam satu genus.

Kadar FFA Minyak Biji Jarak Kepyar

Pada pengujian kadar FFA, volume NaOH 0,1 N yang dibutuhkan untuk menitrasi 6 mL minyak adalah 5,8 mL. Sesuai dengan data tersebut, dan perhitungan kadar FFA maka diperoleh kadar FFA dari minyak biji jarak kepyar sebesar 2,71%. Nilai FFA ini berbeda dengan penelitian yang telah menguji FFA beberapa jenis minyak biji jarak kepyar dari 10 lokasi yang berbeda Nigeria yang dilaporkan memiliki nilai FFA 1,8% hingga 2,6% (Raheem *et al.*, 2019). Perbedaan persentase FFA pada penelitian ini dibandingkan dengan penelitian tersebut kemungkinan disebabkan karena perbedaan kondisi lingkungan dan metode ekstraksi yang digunakan. Indonesia dengan Nigeria tentunya memiliki iklim serta kondisi lingkungan yang berbeda sehingga terdapat perbedaan komposisi mineral tanah sehingga berpengaruh terhadap persentase FFA dalam minyak.

Secara teoritis, pembuatan biodiesel ditentukan oleh kadar FFA minyak. FFA atau asam lemak bebas merupakan senyawa kimia yang terdiri dari rantai karbon panjang dan terikat pada gugus asam karboksilat pada satu ujungnya dan merupakan hasil pemisahan dari

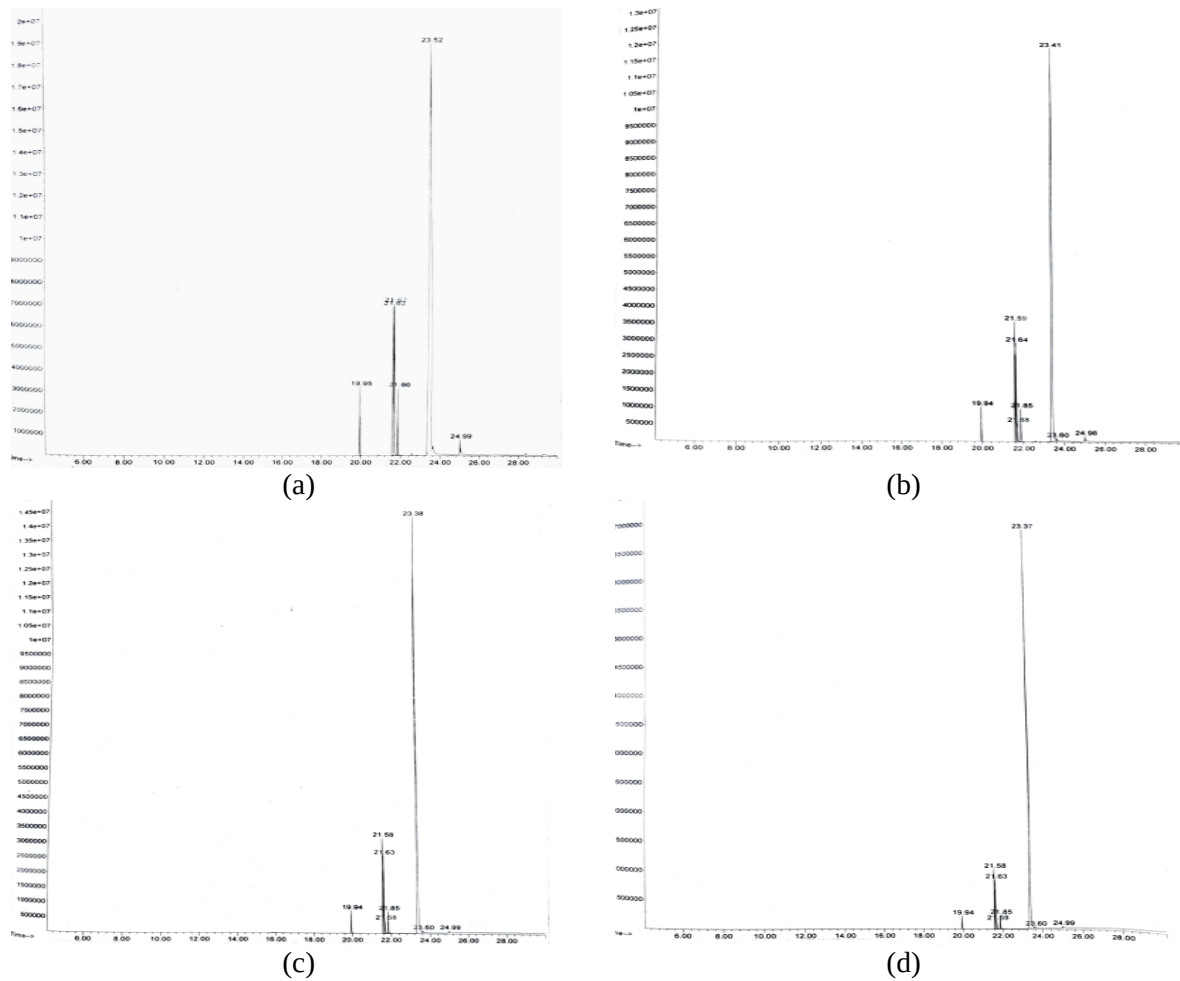
trigliserida. Kandungan FFA yang tinggi dapat menghambat reaksi transesterifikasi yang merupakan langkah penting dalam pembuatan biodiesel, sehingga minyak yang memiliki FFA tinggi yaitu diatas 2% metode dua tahap yaitu esterifikasi dan dilanjutkan dengan transesterifikasi (Mukminin *et al.*, 2022). Apabila kadar $FFA < 2\%$ maka digunakan metode satu tahap yaitu dengan transesterifikasi saja. Pada penelitian ini diperoleh kadar FFA minyak jarak kepyar sebesar 2,71 sehingga pembuatan biodiesel dari minyak biji jarak kepyar akan lebih optimal apabila dilakukan melalui metode dua tahap yaitu esterifikasi yang dilanjutkan dengan transesterifikasi. Apabila minyak dengan asam lemak bebas $> 2\%$ diolah dengan satu tahapan pada pembuatan biodiesel dapat membentuk formasi emulsi sabun sehingga menyulitkan proses pencucian, dan memungkinkan hilangnya produk.

Analisis Biodiesel dari Minyak Biji Jarak Kepyar

Proses konversi minyak biji jarak kepyar menjadi biodiesel pada penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan yaitu esterifikasi dengan katalis asam yaitu H_2SO_4 dan transesterifikasi dengan katalis basa yaitu NaOH. Asam sulfat sangat umum digunakan dalam proses esterifikasi karena terbukti menghasilkan rendemen yang tinggi dan laju reaksi yang lebih cepat serta bersifat tidak korosif dibandingkan katalis lainnya. Pada transesterifikasi digunakan NaOH karena harga yang relatif murah dan katalis basa seperti KOH dan NaOH terbukti efektif dalam konversi minyak menjadi biodiesel (Ooi *et al.*, 2021). Biodiesel pada berbagai waktu reaksi transesterifikasi 1; 1,5; 2; 2,5 jam menghasilkan rendemen biodiesel seperti yang disajikan pada Tabel. 1 dengan komposisi metil ester yang berbeda. Hasil tersebut terlihat dari kromatogram hasil GCMS pada Gambar 1 dengan hasil analisis GCMS pada Tabel 2.

Tabel 1. Perbandingan Rendemen Biodiesel pada Berbagai Waku Transesterifikasi

No	Variasi Waktu Transesterifikasi	Rendemen Biodiesel (%)
1	1 jam	88,16
2	1,5 jam	89,54
3	2 jam	89,99
4	2,5 jam	90,32



Gambar 1. Kromatogram Biodiesel Pada Waktu Transesterifikasi
(a) 1 jam (b) 1,5 jam (c) 2 jam (d) 2,5 jam

Tabel 2. Perbandingan Komposisi Metil Ester Biodiesel *Ricinus communis L.*
pada Berbagai Varisi Waktu Transesterifikasi

No.	Komponen	Persentase (%)			
		1 jam	1,5 jam	2 jam	2,5 jam
1	Metil-14-metilpentadekanoat	2,71	2,50	2,17	1,84
2	Metil- 9,12-oktadekadienoat	9,04	9,41	8,61	7,62
3	Metil-9-oktadekenoat	9,29	9,62	9,00	8,42
4	Asam oktadekanoat	2,64	-	-	-
5	Metil-oktadekanoat	-	2,36	2,11	1,88
6	Metil-12-hidroksi-9-oktadekenoat	75,92	75,46	77,57	79,64
7	Metil-eikosanoat	-	0,38	0,44	0,29
8	Metil-heksadekanoat	-	0,27	-	-

Besaran rendemen biodiesel yang diperoleh pada penelitian ini relatif lebih besar dibandingkan penelitian yang telah dilakukan Lestari *et al.* (2021), dimana rendemen biodiesel yang dihasilkan pada waktu reaksi

100 menit dengan katalis berbahan tandan kosong kelapa sawit yang dikalsinasi pada suhu 600 °C selama 6 jam sebesar 76,62% (Lestari *et al.*, 2021). Katalis yang berbeda tentunya menghasilkan rendemen yang berbeda pada

konversi minyak menjadi biodiesel. Selain katalis, perbedaan rendemen juga dipengaruhi oleh variasi waktu dan suhu transesterifikasi (Patchimpet *et al.*, 2020).

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa selisih rendemen rata-rata antara waktu transesterifikasi 1 jam dengan 1,5 jam adalah 1,38%, selisih rendemen antara 1,5 dengan 2 jam 0,45%, sedangkan selisih rendemen antara 2 jam dengan 2,5 jam 0,33%. Sesuai dengan perbandingan selisih rendemen biodiesel yang telah dihitung, terlihat bahwa selisih antara 1 jam dengan 1,5 jam memiliki perbedaan yang paling besar, sehingga dapat dikatakan bahwa proses transesterifikasi berlangsung paling optimum pada waktu reaksi 1,5 jam. Peningkatan persentase setelah 1,5 jam kemungkinan disebabkan karena adanya peningkatan jumlah metil-risinoleat (metil-12-hidroksi-9-oktadekanoat) seperti yang disajikan pada Tabel 2. Pada waktu reaksi 2 jam dan 2,5 jam terjadi peningkatan metil risinoleat pada biodiesel yang dihasilkan, yang dimana senyawa tersebut memiliki massa molekul relatif besar sehingga berpengaruh terhadap massa biodiesel dan juga rendemen yang dihasilkan.

Berdasarkan analisis metil ester penyusun biodiesel dari masing-masing variasi waktu pada Tabel 2 terlihat bahwa pada seluruh variasi waktu, jenis metil ester yang memiliki persentase paling tinggi adalah metil-12-hidroksi-9-oktadekanoat. Metil-12-hidroksi-9-oktadekanoat (metil risinoleat) terbentuk pada tahap transesterifikasi dari asam-12-hidroksi-9-oktadekanoat (asam risinoleat). Asam risinoleat merupakan asam lemak yang diketahui penyusun utama dari minyak biji jarak kepyar (Yeboah *et al.*, 2020). Pada waktu reaksi transesterifikasi 1 jam belum terbentuk metil ester secara sempurna yang terlihat dari adanya asam oktadekanoat disertai dengan tidak ditemukannya metil-oktadekanoat pada variasi waktu tersebut. Rantai asam lemak dalam monogliserida atau digliserida yang belum bereaksi dengan metanol menyebabkan rantai asam lemak masih terikat dengan gliserol dan bereaksi dengan molekul air sehingga lepas membentuk asam lemaknya. Adanya asam lemak yang terdapat dalam biodiesel akan menurunkan kualitas biodiesel karena adanya asam sangat tidak diperbolehkan karena dapat menyebabkan korosi pada peralatan injeksi bahan bakar, menyebabkan filter tersumbat, dan

sedimentasi pada injector (Suleman *et al.*, 2019).

Pada waktu transesterifikasi 2 dan 2,5 jam terjadi pergeseran persentase komposisi metil ester, dimana dari keempat variasi waktu menghasilkan empat metil ester yang sama yaitu (1) Metil-14-metilpentadekanoat, (2) Metil- 9,12-oktadekadienoat, (3) Metil-9-oktadekanoat, (4) Metil-12-hidroksi-9-oktadekanoat. Pada transesterifikasi 1,5 jam menunjukkan hasil perolehan metil ester paling optimum dibandingkan waktu 2 jam dan 2,5 jam pada sebagian besar metil ester kecuali metil-12-hidroksi-9-oktadekanoat (metil risinoleat). Penurunan beberapa metil ester pada transesterifikasi dengan waktu 2 jam dan 2,5 jam ini kemungkinan terjadi karena setelah waktu transesterifikasi 1,5 jam metil ester yang terbentuk terhidrolisis sehingga metil yang terikat pada asam lemak tersubstitusi pada asam lemak lain sehingga terjadi perubahan komposisi. waktu reaksi yang terlalu lama dapat mengakibatkan terjadinya reaksi balik, dimana metil ester akan bereaksi kembali menjadi trigliserida.

SIMPULAN

Waktu optimum transesterifikasi minyak biji jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) menjadi biodiesel terjadi pada waktu 1,5 jam, dimana pada waktu transesterifikasi tersebut seluruh asam lemak telah terkonversi sempurna menjadi metil ester perubahan rendemen yang paling besar dan dengan komposisi optimum terdiri dari metil-14-metil-pentadekanoat (2,5%); metil-9-12-oktadekadienoat (9,41%), metil-9-oktadekanoat (9,62%); metil-oktadekanoat (2,36%); metil-12-hidroksi-9-oktadekanoat (75,46%); metil-eikosanoat (0,38%); metil-heksadekanoat (0,27%) dengan rendemen biodiesel 89,54%. Waktu optimum transesterifikasi minyak biji jarak kepyar bisa menjadi acuan pengembangan biodiesel yang lebih efektif, efisien, serta dapat menjadi rujukan untuk riset lanjutan dalam optimasi pembuatan biodiesel biji jarak kepyar.

DAFTAR PUSTAKA

Azhari, A., Mulyawan, R., ZA, N., Hakim, L., & Lubis, N. A. 2023. Pembuatan Biodiesel Dari Campuran Minyak Jarak Kepyar (*Ricinus Communis*)

- Dengan Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 12(1): 122–131.
- Bhuana, D., Septya Kusuma, H., Ansori, A., Wibowo, S., Bhuana, D. S., & Mahfud, M. 2018. *Optimization of Transesterification Process of Biodiesel from Nyamplung (Calophyllum inophyllum Linn) using Microwave with CaO Catalyst*. *Korean Chem. Eng. Res.* 56(4): 435–440.
- Brahma, S., Nath, B., Basumatary, B., Das, B., Saikia, P., Patir, K., & Basumatary, S. 2022. *Biodiesel Production from Mixed Oils: A Sustainable Approach Towards Industrial Biofuel Production*. *Chemical Engineering Journal Advances*: 10, 100284.
- Dimawarnita, F., Arfiana, A. N., Mursidah, S., Maghfiroh, S. R., & Suryadarma, P. 2021. *Produksi Biodisel Berbasis Minyak Nabati Menggunakan Aspen HYSYS*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 31(1): 98–109.
- Elango, R. K., Sathiasivan, K., Muthukumar, C., Thangavelu, V., Rajesh, M., & Tamilarasan, K. 2019. *Transesterification Of Castor Oil for Biodiesel Production: Process Optimization and Characterization*. *Microchemical Journal*. 145(2): 1162–1168.
- Gaur, A., Mishra, S., Chowdhury, S., Baredar, P., & Verma, P. 2021. *A Review on Factor Affecting Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: An Indian Perspective*. *Materials Today: Proceedings*, 46: 5594–5600.
- Husna, A., Azhari, A., Hakim, L., Ginting, Z., & Dewi, R. 2021. *Pemanfaatan Minyak Nabati (Jarak Pagar Dan Jarak Kepyar) Sebagai Bahan Baku Biodiesel*. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*. 1(2): 81–94.
- Kaur, R., Kaur, R., Bhaskar, T., & Bhaskar, T. 2020. *Potential Of Castor Plant (Ricinus communis) for Production of Biofuels, Chemicals, And Value-Added Products*. *Waste Biorefinery: Integrating Biorefineries for Waste Valorisation*. *Waste Biorefinery*. 269–310.
- Lestari, L. P., Meriatna, M., Suryati, S., Suryati, S., & Jalaluddin, J. 2021. *Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Transesterifikasi Minyak Jarak Kepyar (Castor Oil) Terhadap Metil Ester Dengan Menggunakan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit*. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*. 1(2): 64–80.
- Mukminin, A., Megawati, E., Warsa, I. K., Yuniarti, Y., Umoro, W. A., & Islamiati, D. 2022. *Analisis Kandungan Biodiesel Hasil Reaksi Transesterifikasi Minyak Jelantah Berdasarkan Perbedaan Konsentrasi Katalis NaOH Menggunakan GC-MS*. *Sang Pencerah: Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*. 8(1), 146–158.
- Nugroho, A. S., Wardana, R., Fatimah, T., Mastuti, L., Lia Novenda, I. 2022. *Hidrolisis Lemak oleh Enzim Lipase pada Tanaman Jarak Pagar (Jatropha curcas)*. *Bioma: Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*. 7(1): 81–89.
- Ooi, H. K., Koh, X. N., Ong, H. C., Lee, H. V., Mastuli, M. S., Taufiq-Yap, Y. H., Alharthi, F. A., Alghamdi, A. A., Mijan, N. A. 2021. *Progress on Modified Calcium Oxide Derived Waste-Shell Catalysts for Biodiesel Production*. *Catalysts* 2021. 11(2), 194–202.
- Patchimpet, J., Simpson, B. K., Sangkharak, K., & Klomklao, S. 2020. *Optimization of Process Variables for The Production of Biodiesel By Transesterification of Used Cooking Oil Using Lipase From Nile Tilapia*

- Viscera. Renewable Energy*. 153: 861–869.
- Raheem, W. A., Lawal, B. A., Akanbi, W. B., Ojo, A. M. (2019). *Assessment of Seed Oil Yield and Characteristics of Ten Castor Plant (Ricinus Communis L.) Accessions in Ogbomoso, Nigeria. Journal of Cereals and Oilseeds*. 10(2): 23–28.
- Rajhana, B., Gayatri, R., Chumaidi, A., Kimia, J. T., Malang, N., Soekarno, J., No, H. 2020. Seleksi Proses Dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Randu Dengan Katalis Cao. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*. 6(2): 236–240.
- Silitonga, J. A., Widodo, P., & Ahmad, I. 2020. Analisis Kebijakan Biodiesel B-20 Sebagai Bahan Bakar Nabati Dalam Mendukung Ketahanan Energi di Indonesia. *Ketahanan Energi*. 6(1): 490-496.
- Suharti, T., & Bogor, B. 2019. Potensi RIP (*Ribosome Inactivating Protein*) Yang Berasal Dari Tumbuhan Sebagai Biopestisida. *Buletin Eboni*. 1(1): 33-39.
- Suleman, N., Abas, & Paputungan, M. 2019. Esterifikasi dan Transesterifikasi Stearin Sawit untuk Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Teknik*. 17(1): 66–77.
- Tupa, F., Silalahi, R., Simatupang, T., Simatupang, T. M., & Siallagan, M. P. 2020. *A System Dynamics Approach to Biodiesel Fund Management in Indonesia*. *AIMS Energy*. 8(6): 1173-1198.
- Yeboah, A., Ying, S., Lu, J., Xie, Y., Amoanimaa-Dede, H., Boateng, K. G. A., Chen, M., Yin, X. 2020. *Castor Oil (Ricinus Communis): A Review on the Chemical Composition and Physicochemical Properties*. *Food Science and Technology*. 41: 399–413.