

ANALISIS KARAKTERISTIK METIL ESTER (BIODIESEL) MINYAK KEMIRI SEBAGAI ALTERNATIF BIOADITIF PENURUN TITIK TUANG BIODIESEL CPO

CHARACTERISTIC ANALYSIS OF CANDLENUT OIL METHYL ESTER AS AN ALTERNATIVE BIO ADDITIVE TO LOWER THE POUR POINT OF CPO BIODIESEL

¹Misdawati*, ²Siswadi, ³Sari Farah Dina

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Alwashliyah Medan

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

³Prodi D-III Teknik Mesin, Politeknik Teknologi Kimia Industri, PTKI Medan

¹misdawatipiliang@gmail.com, ²siswadi@ft.unsika.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima: 6 Januari 2024

Direvisi: 25 Januari 2024

Disetujui: 30 Januari 2024

Kata Kunci:

biodiesel CPO, minyak kemiri, titik tuang (*pour point*), linolenat

Keywords:

Biodiesel, CPO, Candlenut oil, Pour point, linolenic

ABSTRAK

Kelemahan biodiesel CPO adalah titik tuangnya (*pour point*) yang tinggi sehingga pada suhu rendah akan menyebabkan masalah dalam pemanfaatannya pada mesin pengguna. Akan mengakibatkan terjadinya penyumbatan pada filter dan saluran bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan titik tuang biodiesel CPO dengan cara mencampurkannya dengan metil ester (biodiesel) minyak kemiri. Dalam penelitian ini pengaruh komposisi, jenis biodiesel yang dicampurkan dievaluasi untuk mencari kombinasi yang paling baik dari ratio biodiesel dalam campuran. Pengaruh asam linolenat yang ada pada minyak kemiri terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan juga dievaluasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak proporsi penambahan biodiesel minyak kemiri, maka titik tuang biodiesel campuran menjadi semakin rendah. Biodiesel bertitik tuang rendah diperoleh 10°C dari pencampuran biodiesel CPO dengan biodiesel kemiri pada komposisi 80 : 20 dan titik tuang optimal diperoleh -5°C. Ternyata ikatan rangkap dua yang ada pada asam lemak linolenat sangat mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan dari pada panjang rantai karbon asam lemak.

ABSTRACT

One of the drawbacks of Crude Palm Oil (CPO) biodiesel is that it has a high pour point which causes disadvantages in its use. The objective of this research was to obtain biodiesel of low pour point by mixing CPO biodiesel with Candlenut biodiesel with various ratios among them. In this research, the effect of biodiesel composition, and the type of biodiesel in the mixture were evaluated in order to obtain the best combination of the biodiesel in the mixture. The influence of polyunsaturated such as linolenic derived from candlenut oil was also evaluated. The result of the research showed that when the amount of the Candlenut biodiesel increased in the mixture the pour point decreased. When the ratio between CPO and Candlenut biodiesel was 80:20, the product had an optimal pour point of -5°C. In fact, the number of double bonds present in linolenic acid had a more significant effect on the quality of biodiesel produced than the length of the fatty acid chain.

*Corresponding author: ¹misdawatipiliang@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Minyak sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) adalah bagian penting dari kelapa sawit, salah satu komoditas pertanian yang paling populer di Indonesia. Saat ini Indonesia merupakan negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia dengan total produksi 45,5 juta ton CPO pertahun dengan 59% dari total produksi minyak sawit dunia [1]–[3]. Sebagai produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia, Indonesia memiliki tujuan untuk meningkatkan konservasi dan diversifikasi energi dengan menggunakan 25% energi baru terbarukan (pengganti fosil) pada tahun 2025 [4]. Permintaan CPO dan produk turunannya yang meningkat di seluruh dunia telah berdampak pada ekonomi

negara-negara penghasil CPO di seluruh dunia, seperti Indonesia dan Malaysia. Permintaan CPO yang meningkat untuk kebutuhan makanan dan produksi biodiesel telah mendorong ekspor CPO Indonesia [5], [6].

Melalui Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati, dan Keputusan Presiden No. 10 Tahun 2006 tentang Tim Nasional Pengembangan Bahan Bakar Nabati untuk Percepatan Pengurangan Kemiskinan dan Pengangguran, pemerintah mendorong pengembangan sumber energi nabati (BBN).

Biodiesel CPO mempunyai sifat fisika dan kimia yang serupa dengan petrodiesel, yang paling menonjol dari biodiesel CPO adalah bilangan setana (*cetane number*) yang sangat memuaskan ± 62 jauh lebih tinggi dari persyaratan minimal standar mutu biodiesel ASTM D 6751 (min 47) dan mempunyai titik tuang (*pour point*) yang relatif tinggi $\pm 150\text{C}$, jauh diatas standard minimal persyaratan biodiesel ASTM D6751-02 yang hanya 100C.

Banyak peneliti telah meneliti biodiesel [7]. Biodiesel dihasilkan dari reaksi esterifikasi dan transesterifikasi enzimatis, esterifikasi asam lemak bebas, pirolisa [8], metanolisis superkritik dengan CO₂ dan metanol [9], esterifikasi dan transesterifikasi asam lemak bebas, reaksi metanolisis dengan enzim lipase immobilisasi pada CO₂ superkritik [10], [11], perengkahan berkatalisa terhadap minyak nabati tropis, seperti minyak kopra dan minyak kelapa sawit; intensifikasi sintesa biodiesel dengan sel aliran ultrasonic berfrekwensi ganda; sintesa biodiesel dengan pelarut dan katalis cair ionic; dan sintesa biodiesel dengan microwave dan aliran ultrasonic dengan katalis padat [12].

Tidak banyak penelitian yang dilakukan tentang bagaimana biodiesel rusak selama penyimpanan. Saat ini, bagaimanapun, telah dilakukan penelitian tentang dampak emisi biodiesel [13], ketidakstabilan biodiesel [14], stabilitas biodiesel dalam penyimpanan jangka panjang [15], dan jenis minyak yang digunakan sebagai sumber biodiesel yang relatif stabil, sehingga kestabilan biodiesel tidak membutuhkan zat aditif [16]. Secara umum, biodiesel, yang berasal dari minyak nabati, termasuk dalam kategori senyawa organik yang mudah terdegradasi, berpotensi terdegradasi, dan tahan terdegradasi [17]. Ini diperkirakan terdegradasi lebih dari 98% dalam waktu tiga minggu, sementara bahan bakar solar hanya terdegradasi 50% dalam waktu yang sama [18].

Biodiesel yang memiliki titik tuang (*pour point*) tinggi dapat menimbulkan masalah apabila digunakan pada suhu rendah, terjadi penyumbatan filter dan saluran bahan bakar pada mesin pengguna [19], [20]. Tingginya titik tuang biodiesel CPO disebabkan karena komposisi asam lemak penyusunnya, asam lemak palmitat yang paling banyak terdapat pada CPO merupakan asam lemak jenuh yang mempunyai titik leleh tinggi, titik leleh berkolerasi dengan titik tuang, sehingga titik tuang (*pour point*) biodiesel CPO menjadi tinggi [21], [22]. Salah satu cara untuk menurunkan titik tuang adalah dengan cara pencampuran (*blending*). Pencampuran antara biodiesel dengan petrodiesel terbukti dapat menurunkan titik kabut (*cloud point*) dan titik tuang (*pour point*) bahan bakar [19]. Pencampuran antara biodiesel kacang kedele sebanyak 2% v/v dengan 98% v/v petrodiesel pernah dilakukan [23], hasilnya tidak signifikan menurunkan titik tuang biodiesel kacang kedele.

Biodiesel yang berasal dari sebagian besar senyawa asam lemak tak jenuh seperti asam linoleat dan asam linolenat memiliki titik tuang rendah. Rendahnya titik tuang ini disebabkan adanya ikatan ganda dengan geometri Cis pada rantai asam lemak. Geometri Cis menyebabkan ketidakompakan rantai alkil sehingga proses kristalisasi menjadi terganggu. Kandungan asam lemak tak jenuh dalam minyak menentukan titik lelehnya dan sekaligus fluiditasnya. Adanya satu ikatan ganda dua Cis pada rantai menghasilkan

satu molekul yang mempunyai rantai yang berbelok, sulit disusun secara teratur dengan molekul-molekul lainnya sehingga senyawa ini tetap tinggal dalam cairan. Makin banyak terdapat ikatan ganda dua, semakin tidak teratur strukturnya dan semakin rendah titik lelehnya [24], [25].

Di Sumatera Utara tanaman kemiri (*Aleuritis Moluccana*) sudah sejak lama dibudidayakan, bahkan setelah Aceh Darusalam, Sumatera Utara merupakan penghasil kemiri kedua terbesar di Sumatera. Komposisi asam lemak yang terdapat pada minyak kemiri : asam palmitat 5,5% ; asam stearat 6,7% ; asam oleat 10,5% ; asam linoleat 48% ; asam linolenat 28,5% [26]. Dalam hal ini berdasarkan komposisi asam lemaknya CPO didominasi oleh asam lemak jenuh rantai panjang sementara minyak kemiri lebih banyak asam lemak tak jenuhnya. Tujuan penelitian ini adalah mencari kombinasi dari berbagai perbandingan dari kedua jenis biodiesel ini untuk memperoleh biodiesel dengan karakteristik yang variatif sehingga diharapkan ditemukan kombinasi yang optimal dengan karakteristik yang variatif sehingga diharapkan ditemukan kombinasi yang optimal untuk menghasilkan biodiesel bertitik tuang rendah. Komposisi optimal dari biodiesel minyak tersebut dapat dicampurkan dengan biodiesel CPO untuk menghasilkan biodiesel bertitik tuang rendah. Pengaruh asam lemak tidak jenuh khususnya asam linolenat yang terdapat pada minyak kemiri terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan.

II. METODE PENELITIAN

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah : CPO diperoleh dari PPKS SUMUT, daging biji buah kemiri langsung dari Petani Lau Baling (Kab Karo) dengan mutu terbaik (pemisahan daging biji buah kemiri dari cangkangnya tidak melalui perebusan, waktu panen cukup), metanol, KOH, natrium sulfat anhidrous, n-heksan diperoleh dari E'Merck yang berderajat p.a dan aquadest.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Organik/Proses Kimia FMIPA USU Medan. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap dimana tahap pertama adalah karakterisasi sifat fisiko kimia minyak meliputi: asam lemak bebas, bilangan penyabunan, bilangan Iodin, titik tuang, viskositas dan densitas dari masing – masing minyak. Tahap kedua dilakukan pembuatan biodiesel secara transesterifikasi (metanolisis) dan karakterisasi sifat fisiko kimia biodiesel yang dihasilkan sesuai standar ASTM D6751. Tahap ketiga adalah pencampuran biodiesel CPO dengan biodiesel minyak jarak pagar dan biodiesel CPO pada komposisi 20%, 30%,40%, 50%,70% dan 80%. Pencampuran biodiesel minyak kemiri dengan komposisi 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dan 60%. Hasil pencampuran biodiesel tersebut dikarakterisasi sifat fisiko kimianya sesuai standard ASTM D6751.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari analisis karakteristik minyak kemiri yang dilakukan diperoleh kadar asam lemak ≤ 2 (1,15), sehingga sudah memenuhi syarat untuk melakukan proses transesterifikasi. Hasil analisa sifat-sifat fisiko kimia CPO dan minyak kemiri dapat dilihat pada Tabel .1

Tabel 1. Hasil Analisa CPO dan Minyak Kemiri

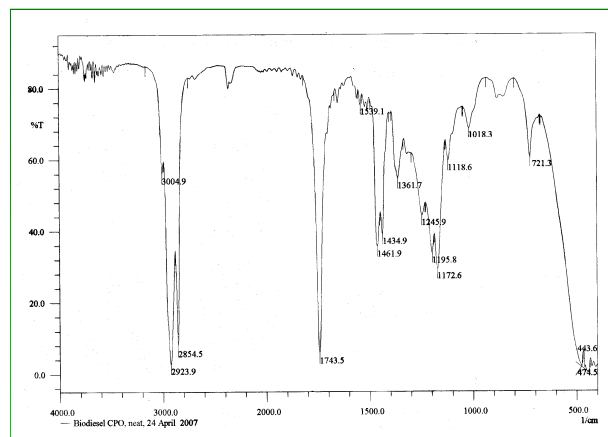
Sifat Fisiko Kimia	CPO	Minyak Kemiri
Peroksida	Tidak ada	Tidak ada
Asam Lemak Bebas (%)	1,325	0,915
Bilangan Penyabunan	198	163
Bilangan Iod	53	159,98
Densitas pada 15 °C	0,901	0,9214
Viskositas pada 30°C	24,5	23,25

Dari Tabel 1 dapat terlihat bahwa dari ketiga jenis minyak tersebut, asam lemak bebas minyak kemiri yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa minyak kemiri lebih murni bila dibandingkan dengan CPO dan minyak jarak pagar, sehingga untuk proses metanolisis akan menghasilkan metil ester (biodiesel) yang mempunyai kadar ester paling tinggi.

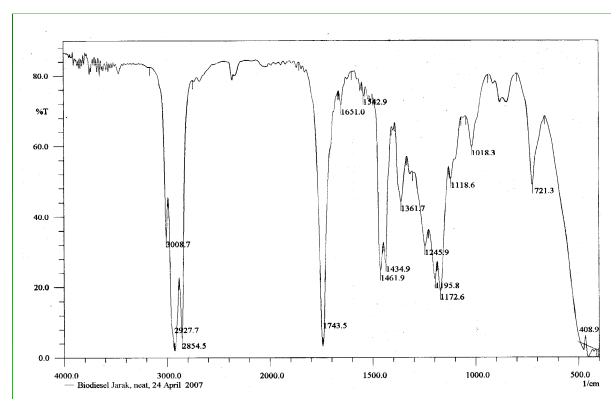
Bilangan penyabunan dapat dipergunakan untuk menentukan berat molekul minyak secara kasar. Diantara ketiga bilangan penyabunan minyak, CPO paling tinggi bilangan penyabunannya diantara minyak jarak pagar dan minyak kemiri, sehingga berat molekul CPO paling rendah dibandingkan dengan minyak kemiri. Karena bilangan penyabunan minyak kemiri paling rendah maka berat molekul minyak kemiri yang paling besar.

Bilangan Iodium dinyatakan sebagai banyaknya gram iodium yang diikat oleh 100 gr minyak. Dari Tabel 1 terlihat bilangan iodium minyak kemiri paling tinggi diantara ketiga minyak diatas, berarti minyak kemiri yang paling banyak ikatan rangkap dua nya yang menjadi sumber asam lemak tak jenuh sehingga titik tuang (*pour point*) nya menjadi lebih rendah. Semakin banyak ikatan rangkap dua maka minyak tersebut semakin reaktif dan mudah teroksidasi sehingga membantu proses pembakaran lebih cepat [27]. Diantara ketiga minyak, viskositas minyak yang diperoleh relatif tinggi bila dibandingkan dengan viskositas petrodiesel jauh diatas range mutu persyaratan petrodiesel, sehingga perlu diturunkan viskositasnya dengan cara transesterifikasi supaya memenuhi syarat mutu bahan bakar untuk mesin diesel [27], [28]. Diantara ketiga minyak terlihat Tabel 1, viskositas CPO lebih tinggi dari minyak kemiri sehingga minyak CPO lebih kental dari pada minyak kemiri.

Hasil analisis gugus fungsi biodiesel dengan Spektroskopi FT – IR :



Gambar 1. Spektrum FT-IR Biodiesel CPO



Gambar 2. Spektrum FT – IR Biodiesel Minyak Kemiri

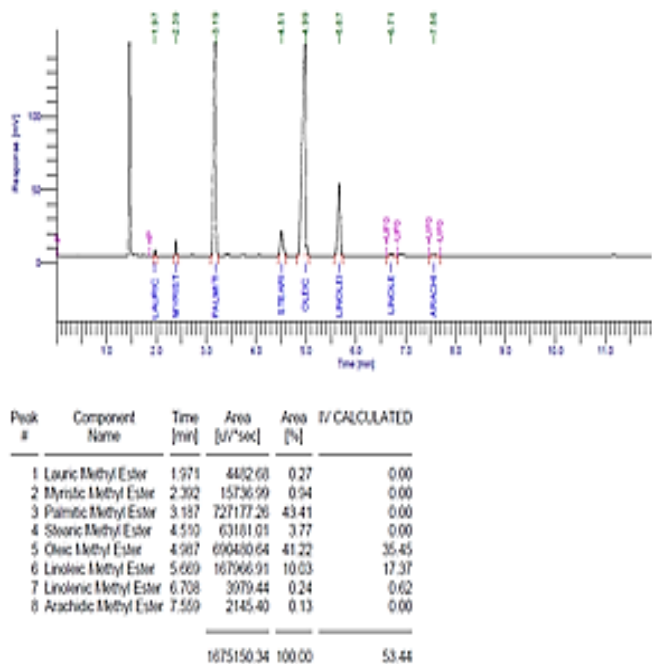
Pada Gambar 1 Spektrum FT- IR biodiesel CPO dapat dilihat terdapat puncak-puncak serapan pada daerah bilangan gelombang 2923,9 dan 2854,5 cm⁻¹ merupakan serapan khas dari vibrasi stretching C-H sp³ yang didukung dengan vibrasi bending C-H sp³ pada daerah bilangan gelombang 1434 cm⁻¹ - 1461,9 cm⁻¹ dan 720 cm⁻¹. Terdapatnya gugus C=O ester ditunjukkan dengan munculnya serapan pada daerah bilangan gelombang 1743,5 cm⁻¹ dan ini didukung oleh tidak munculnya gugus –OH karboksilat maupun –OH mono dan digliserida pada frekuensi daerah bilangan gelombang 3500 cm⁻¹ – 3300 cm⁻¹ dan munculnya puncak serapan pada daerah 1172,6 cm⁻¹ – 1195 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi C – O – C dari metil ester.

Hasil analisis spektroskopi FT-IR biodiesel minyak kemiri (gambar 2) dapat dilihat puncak-puncak serapan pada daerah bilangan gelombang 2926,7 dan 2855,1 cm⁻¹ merupakan serapan khas dari vibrasi stretching C-H sp³ yang didukung dengan vibrasi bending C-H sp³ pada daerah bilangan gelombang 1435,9 cm⁻¹ - 1463,6 cm⁻¹ dan 721,3 cm⁻¹.

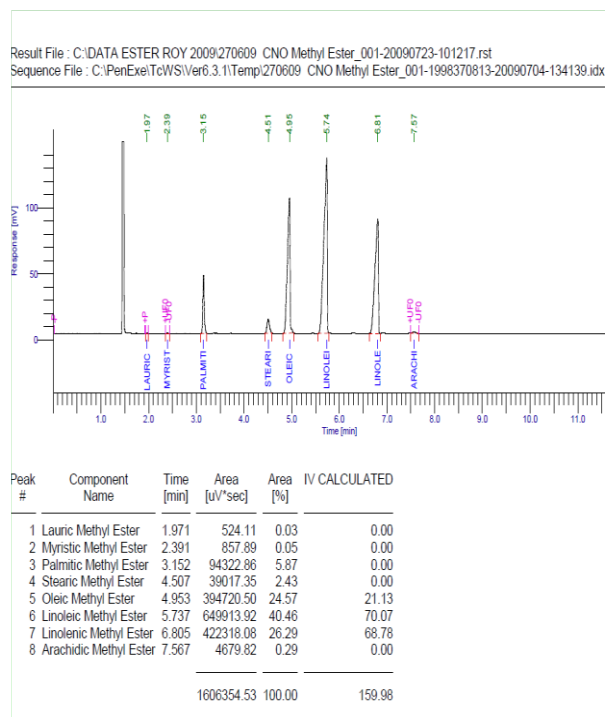
Terdapatnya gugus C=O ester ditunjukkan dengan munculnya serapan pada daerah bilangan gelombang 1743,3 cm⁻¹ dan ini didukung oleh tidak munculnya gugus -OH karboksilat maupun -OH mono dan digliserida pada frekuensi daerah bilangan gelombang 3500 cm⁻¹ – 3300 cm⁻¹ dan munculnya puncak serapan pada daerah 1171,5 cm⁻¹ – 1196,69 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi C – O – C dari metil ester. Dari kedua gambar spektrum FT-IR tidak ada perbedaan yang signifikan, disebabkan kedua – duanya adalah metil ester untuk gugus fungsi semua sama.

2. Komposisi Metil Ester Asam Lemak Biodiesel Dengan GC

Kromatogram dari hasil analisa gas kromatografi untuk komposisi asam lemak metil ester biodiesel CPO dan asam lemak metil ester minyak kemiri dapat dilihat pada gambar 3. dan gambar 4. Komposisi asam lemak metil ester masing – masing biodiesel disajikan dalam gambar dan tabel 2 berikut ini:



Gambar 3. Kromatogram Komposisi Asam Lemak CPO



Gambar 4. Kromatogram Komposisi Asama Lemak Metil Ester Minyak Kemiri

Dari kromatogram diatas Komposisi asam lemak biodiesel CPO dan komposisi asam lemak metil ester minyak kemiri dapat dilihat pada table 2 dibawah ini

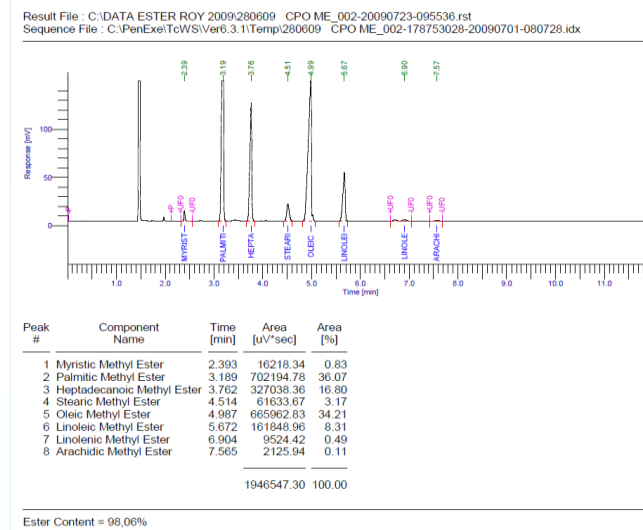
Tabel 2. Komposisi Asam Lemak Biodiesel

Asam Lemak	CPO	Minyak Kemiri
Asam lemak jenuh		
Laurat	0,22	0,084
Miristat	1,09	0,108
Palmitat	45,28	8,006
Stearat	3,65	2,637
Arakhidat	0,26	0,084
Asam lemak tak jenuh		
Oleat	38,92	26,102
Linoleat	10,32	38,827
Linolenat	0,18	23,778
UNK	-	0,361

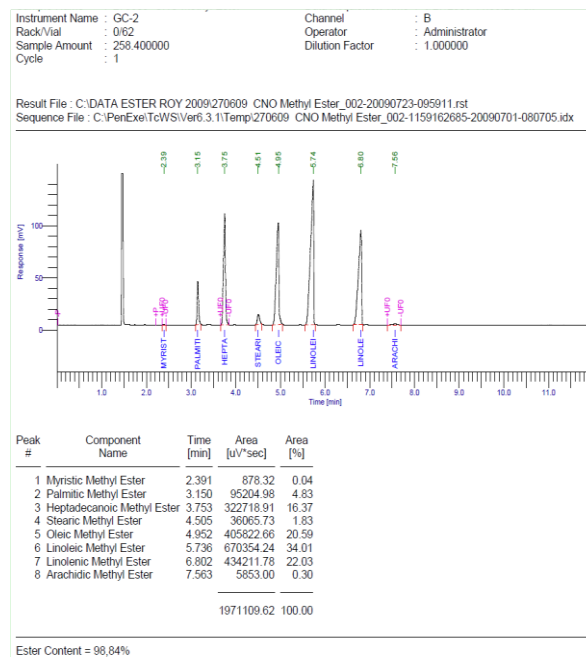
3. Kadar Ester Biodiesel

Kadar ester merupakan hasil akhir reaksi transesterifikasi yang menunjukkan keberhasilan reaksi transesterifikasi itu [29], [30]. Hasil kromatogram kadar ester biodiesel CPO, minyak jarak pagar dan minyak kemiri dapat dilihat pada Lampiran. Dari Tabel 1. terlihat bahwa kadar ester biodiesel CPO sebesar 98,06 %, biodiesel minyak jarak pagar sebesar 98,11 % dan biodiesel minyak kemiri sebesar 98,84 %. Hasil ini menunjukkan bahwa reaksi metanolisis [31] yang dilakukan telah berjalan sempurna.

Dari kedua kadar ester yang diperoleh ternyata biodiesel minyak kemiri yang paling tinggi kadar esternya, hal ini mempertegas bahwa kadar ester yang diperoleh berkaitan erat dengan bahan baku yang digunakan apabila bahan baku minyak nabati yang digunakan berkualitas baik akan menghasilkan biodiesel yang baik pula, terbukti minyak kemirilah yang mempunyai tingkat kemurnian paling tinggi dimana kandungan asam lemak bebasnya paling rendah. Untuk lebih jelasnya dapat terlihat di tabel 3. Kromatogram dari hasil analisa gas kromatografi untuk kadar ester biodiesel CPO dan kadar ester dari metil ester minyak kemiri dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6 dibawah ini.



Gambar 5. Kromatogram Kadar Ester CPO



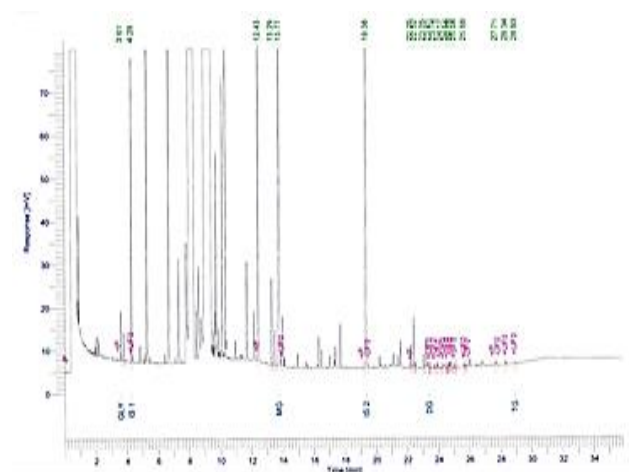
Gambar 6. Kromatogram Kadar Ester Minyak Kemiri

4. Kadar Mono, Di dan Trigliserida dengan GC

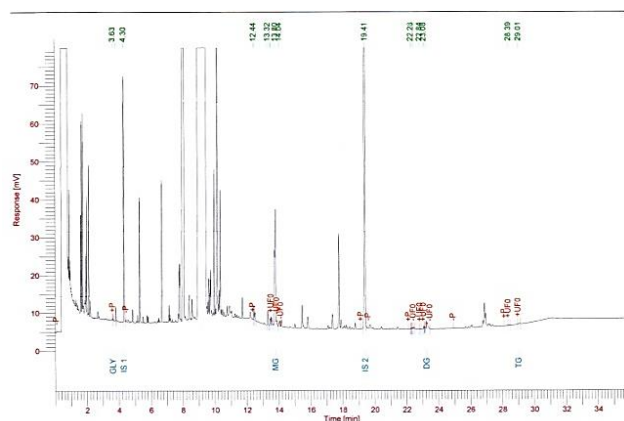
Kadar mono, di dan trigliserida yang terdapat dalam biodiesel menunjukkan konversi minyak nabati yang kurang sempurna selama proses transesterifikasi [29]. Kromatogram kadar mono, di dan trigliserida yang masih tersisa pada biodiesel CPO dapat dilihat dari tabel 4. Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa diantara ketiga biodiesel tersebut kadar mono, di dan trigliserida biodiesel minyak kemiri yang paling rendah, hal ini menunjukkan reaksi metanolisis minyak kemiri lebih baik dan mutu minyaknya paling tinggi tingkat kemurniannya. Hasil yang diperoleh masih jauh dibawah persyaratan maksimal standar mutu biodiesel ASTM 6751 (maksimal 0,8). Hasil diatas menunjukkan bahwa reaksi metanolisis yang dilakukan untuk semua minyak telah berjalan sempurna.

Tabel 3. Hasil Analisa Karakteristik Biodiesel

Parameter	Biodiesel CPO	Metil Ester Minyak Kemiri
Kadar Ester % berat	98,06 %	98,84 %
Monogliserida % berat	0,636 %	0,164 %
Digliserida % berat	0,120 %	0,030 %
Trigliserida % berat	0,016 %	0,012 %
Gliserol Bebas % berat	0,015 %	0,010 %
Total Gliserol % berat	0,085 %	0,020 %
Kadar Air % vol	0,065 %	0,040 %
Bil.Asam mg KOH/g	0,330	0,220
Bil.Iodium mg I ₂ /g	53,44	159,98
Bilangan Setana	62	40
Titik Kabut °C	16	- 12,5
Titik Tuang °C	15	- 15
Densitas pada 40°C g/ml	0,887	0,860
Viscositas pada 40°C	4,797	2,494
CSt		
Titik Nyala °C	171,5	169



Gambar 7. Kromatogram Kadar Mono, Di dan Tri Biodiesel CPO



Gambar 8. Kromatogram Kadar Mono, Di dan Tri Metil Ester Minyak Kemiri

5. Total Gliserol

Total gliserol dan Gliserol bebas yang terdapat pada pembuatan biodiesel CPO dan minyak kemiri dari hasil GC yang dilakukan, dapat dilihat pada Lampiran. Dari Tabel 2. terlihat bahwa total gliserol dan gliserol bebas yang diperoleh dari kedua biodiesel maka biodiesel minyak kemiri yang paling rendah kadar gliserol totalnya, disamping menunjukkan reaksi metanolisis berjalan sempurna juga menunjukkan bahwa minyak kemirilah yang paling terbaik mutunya. Hal ini merupakan parameter keberhasilan purifikasi biodiesel yang dihasilkan. Sehingga aman bagi mesin diesel apabila digunakan tidak akan terbentuk deposit dan keberadaan gugus OH yang agresif terhadap logam bukan besi dan campuran krom [32].

6. Pengaruh Ratio Pencampuran Biodiesel CPO/Minyak Kemiri Terhadap Titik Tuang dan Bilangan Setana.

Dari hasil pencampuran biodiesel CPO dengan biodiesel minyak kemiri diperoleh titik tuang seperti yang tertera dalam Tabel 4.

Tabel 4. Titik Tuang dan bilangan setana Hasil *Blending* Biodiesel CPO/ Metil Ester Minyak Kemiri

Biodiesel CPO/M. Kemiri	Titik Tuang	Bilangan Setana
90 : 10	13	60,2
80 : 20	10	58,19
70 : 30	7	55,4
60 : 40	4	53,2
50 : 50	-1	51
40 : 60	-5	48,8
30 : 70	-10	46,6
20 : 80	-12,5	44,4
100% Biodiesel CPO	15	62
100% Metil Ester Minyak Kemiri	-15	40

Dari tabel 4 diatas dapat dilihat bahwa titik tuang hasil pencampuran (*blending*) biodiesel CPO dengan biodiesel kemiri mengalami penurunan rata-rata sebesar 30C pada setiap penambahan 10% biodiesel minyak kemiri sampai penambahan 50%. Setelah penambahan 50%, penurunan titik tuang mengalami penurunan rata-rata sebesar 40C sampai pada penambahan 70% biodiesel minyak kemiri. Biodiesel bertitik tuang rendah yang memenuhi syarat mutu biodiesel pada komposisi pencampuran 80 : 20 diperoleh titik tuang 100C (batas minimal ASTM D6751) dan bilangan setananya 58,19 (diatas persyaratan minimal). Titik tuang optimum diperoleh pada temperatur -100C, dengan komposisi 30 : 70 karena pada komposisi inilah bilangan setananya yang memenuhi limit inimal syarat mutu biodiesel, setelah itu sudah dibawah standar mutu biodiesel.

Apabila titik tuang hasil pencampuran biodiesel CPO dengan biodiesel minyak kemiri melebihi komposisi 30 : 70 maka diperoleh titik tuang yang sangat baik tetapi bilangan setananya sudah jauh dibawah standar mutu biodiesel, sehingga kurang memenuhi persyaratan mutu biodiesel.

Dari Tabel 4 terlihat bahwa pada penambahan ratio yang sama pada metil ester minyak kemiri, terdapat perbedaan pada bilangan setana jika pada penambahan biodiesel minyak kemiri blangan setana menurun rata-rata 2 angka. Hal ini disebabkan oleh rendahnya titik tuang biodiesel minyak kemiri (-150C).

IV. KESIMPULAN

Semakin banyak proporsi metil ester minyak kemiri dalam campuran, maka semakin rendah titik tuangnya. Biodiesel bertitik tuang rendah diperoleh dari pencampuran biodiesel CPO dengan metil ester (biodiesel) minyak kemiri, pada komposisi 80 : 20 (10⁰C), titik tuang optimum diperoleh pada temperatur -5⁰C pada komposisi 40 : 60

Kadar asam linolenat yang cukup tinggi > 25% pada minyak kemiri, menyebabkan metil ester yang dihasilkan mempunyai bilangan setana yang rendah (40) jauh dibawah persyaratan minimal standar mutu biodiesel ASTM D6751 (47) sebaliknya bilangan iod nya menjadi sangat tinggi melebihi mutu standar biodiesel Eropa EN 14105 (120). Ternyata ikatan rangkap dua dari asam lemak tak jenuh yang dikandung biodiesel sangat mempengaruhi bilangan setana suatu biodiesel dari pada jumlah rantai karbonnya. Dengan demikian metil ester minyak kemiri murni kurang memenuhi standar mutu biodiesel baik ASTM maupun Eropa namun bisa digunakan sebagai aditif penurun titik tuang untuk biodiesel CPO.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada kapala laboratorium kimia organik Universitas Sumatera Utara Ibu Prof. Dr.Juliati Br. Tarigan, M.Si yang telah mengizinkan penggunaan laboratorium kimia organik sehingga terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] H. Widodo, E. Kustiyah, Y. Trihusodo, and A. Annisa, "Studi Penentuan Umur Simpan Minyak Sawit Dengan Metode Accelerated Shelf Lifetesting," *Barometer*, vol. 4, no. 2, pp. 192–196, 2019.
- [2] J. C. Ge, H. Y. Kim, S. K. Yoon, and N. J. Choi, "Optimization of palm oil biodiesel blends and engine operating parameters to improve performance and PM morphology in a common rail direct injection diesel engine," *Fuel*, vol. 260, p. 116326, 2020.
- [3] R. Wulan, R. I. Astuti, Y. Rukayadi, S. Estuningsih, and A. Meryandini, "Seleksi, Karakterisasi Morfologi, dan Identifikasi Aktinobakteri Penghasil Mananase Asal Hutan Tanah Jambi untuk Produksi Mananoligosakarida," *J. Ilmu Pertan. Indones.*, vol. 27, no. 2, pp. 279–286, 2022.
- [4] L. Laila, "Kaji eksperimen angka asam dan viskositas biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit dari PT Smart Tbk," *J. Teknol. Proses dan Inov. Ind.*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [5] D. Widyaningtyas and T. Widodo, "Analisis pangsa pasar dan daya saing CPO Indonesia di Uni Eropa," *J. Manaj. Daya Saing*, vol. 18, no. 2, pp. 138–145, 2017.
- [6] A. Iskandar, "Dampak Perubahan Harga Crude Palm Oil (CPO) Dunia Terhadap Value Ekspor Komoditas Kelapa Sawit dan Perekonomian Indonesia (Pendekatan Vector Autoregression Analysis)(The Impact of Exchange of Crude Palm Oil (CPO) Price on Export Value of Palm Oil Commodity and Economy of Indonesia (Vector Autoregression Analysis Approach)," *J. Info Artha Sekol. Tinggi Akunt. Negara Vol. I/XIII/2015-ISSN*, pp. 852–6737, 2015.
- [7] B. L. Salvi, "Transesterification methods," in *Production of Biodiesel from Non-Edible Sources*, Elsevier, 2022, pp. 117–151.
- [8] Zulqarnain *et al.*, "A comprehensive review on oil extraction and biodiesel production technologies," *Sustainability*, vol. 13, no. 2, p. 788, 2021.
- [9] V. K. Mishra and R. Goswami, "A review of production, properties and advantages of biodiesel," *Biofuels*, vol. 9, no. 2, pp. 273–289, 2018.
- [10] S. Budžaki, G. Miljić, S. Sundaram, M. Tišma, and V. Hessel, "Cost analysis of enzymatic biodiesel production in small-scaled packed-bed reactors," *Appl. Energy*, vol. 210, pp. 268–278, 2018.
- [11] F. L. C. Almeida, B. M. Travalia, I. S. Goncalves, and M. B. S. Forte, "Biodiesel production by lipase-catalyzed reactions: bibliometric analysis and study of trends," *Biofuels, Bioprod. Biorefining*, vol. 15, no. 4, pp. 1141–1159, 2021.
- [12] Z. I. Ishak, N. A. Sairi, Y. Alias, M. K. T. Aroua, and R. Yusoff, "A review of ionic liquids as catalysts for transesterification reactions of biodiesel and glycerol carbonate production," *Catal. Rev.*, vol. 59, no. 1, pp. 44–93, 2017.
- [13] K. A. Zahan and M. Kano, "Biodiesel production from palm oil, its by-products, and mill effluent: A review," *Energies*, vol. 11, no. 8, p. 2132, 2018.
- [14] N. Kumar, "Oxidative stability of biodiesel: Causes, effects and prevention," *Fuel*, vol. 190, pp. 328–350, 2017.
- [15] F. Sundus, M. A. Fazal, and H. H. Masjuki, "Tribology with biodiesel: A study on enhancing biodiesel stability and its fuel properties," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 70, pp. 399–412, 2017.
- [16] M. N. Bin Mohiddin *et al.*, "Evaluation on feedstock, technologies, catalyst and reactor for sustainable biodiesel production: A review," *J. Ind. Eng. Chem.*, vol. 98, pp. 60–81, 2021.
- [17] T. M. I. Mahlia *et al.*, "Patent landscape review on biodiesel production: Technology updates," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 118, p. 109526, 2020.
- [18] M. Das, M. Sarkar, A. Datta, and A. K. Santra, "An experimental study on the combustion, performance and emission characteristics of a diesel engine fuelled with diesel-castor oil biodiesel blends," *Renew. Energy*, vol. 119, pp. 174–184, 2018.
- [19] J. A. Dyer, X. P. C. Vergé, R. L. Desjardins, D. E. Worth, and B. G. McConkey, "The impact of increased biodiesel production on the greenhouse gas emissions from field crops in Canada," *Energy Sustain. Dev.*, vol. 14, no. 2, pp. 73–82, 2010, doi: 10.1016/j.esd.2010.03.001.
- [20] H. Hadiyanto, A. P. Aini, W. Widayat, K. Kusmiyati, A. Budiman, and A. Rosyadi, "Multi-Feedstock Biodiesel Production from Esterification of Calophyllum inophyllum Oil, Castor Oil, Palm Oil, and Waste Cooking Oil.," *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 9, no. 1, 2020.
- [21] S. Yusup and M. Khan, "Basic properties of crude rubber seed oil and crude palm oil blend as a potential feedstock for biodiesel production with enhanced cold flow characteristics," *Biomass and Bioenergy*, vol. 34, no. 10, pp. 1523–1526, 2010.
- [22] M. Misdawati, *Minyak Biji Karet Sebagai Aditif Biodiesel CPO*. Serang Banten: CV. AA. RIZKY, 2023.
- [23] A. Alexandre, A. M. A. Dias, I. J. Seabra, A. Portugal, H. C. De Sousa, and M. E. M. Braga, "Biodiesel obtained from supercritical carbon dioxide oil of *Cynara cardunculus* L.," *J. Supercrit. Fluids*, vol. 68, pp. 52–63, 2012.
- [24] G. Knothe, "Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters," *Fuel Process. Technol.*, vol. 86, no. 10, pp. 1059–1070, 2005.
- [25] H. HATTA and A. LABOKO, *SIFAT FISIKOKIMIA PASTA COKELAT:(Dengan Penambahan Lemak Kakao Dan Minyak Sawit)*. CV CAHAYA ARSH PUBLISHER & PRINTING, 2021.
- [26] M. M. Azam, A. Waris, and N. M. Nahar, "Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in

- India,” *Biomass and bioenergy*, vol. 29, no. 4, pp. 293–302, 2005.
- [27] G. Knothe, “Some aspects of biodiesel oxidative stability,” *Fuel Process. Technol.*, vol. 88, no. 7, pp. 669–677, 2007.
- [28] R. A. B. Hariyanto, R. A. Firmansyah, R. Y. P. Burhan, and Y. Zetra, “Synthesis of bio-additive for low sulphur diesel: Transesterification of soybean oil and ethylene glycol using K₂CO₃ catalyst,” *Automot. Exp.*, vol. 4, no. 1, pp. 44–50, 2021.
- [29] A. Demirbas, *Biodiesel*. Springer, 2008.
- [30] A. B. Ferreira, A. Lemos Cardoso, and M. J. da Silva, “Tin-catalyzed esterification and transesterification reactions: a review,” *Int. Sch. Res. Not.*, vol. 2012, 2012.
- [31] A. S. Ramadhas, C. Muraleedharan, and S. Jayaraj, “Performance and emission evaluation of a diesel engine fueled with methyl esters of rubber seed oil,” *Renew. energy*, vol. 30, no. 12, pp. 1789–1800, 2005.
- [32] M. R. Monteiro *et al.*, “Evaluation of biodiesel–diesel blends quality using ¹H NMR and chemometrics,” *Talanta*, vol. 78, no. 3, pp. 660–664, 2009.