

PRODUCTION OF BIODIESEL FROM LGCPO (LOW-GRADE CRUDE PALM OIL) THROUGH IN-SITE TRANSESTERIFICATION WITH THE ADDITION OF CATALYSTS

PRODUKSI BIODIESEL DARI LGCPO (Low Grade Crude Palm Oil) MELALUI TRANSESTERIFIKASI IN-SITU DENGAN PENAMBAHAN KATALIS BASA

Rismul Trianto Salawali^{1*}, Mustika Ibrahim², Mega Fia Lestari³

^{1,2,3}Program Studi Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Indonesia

*e-Mail Corresponding Author: rismulsalawali25@gmail.com

ABSTRACT

Biodiesel is one of the alternative fuels to replace diesel fuel derived from petroleum. The purpose of this study is to determine the use of LGCPO (low-grade crude palm oil) as biodiesel. Biodiesel preparation is carried out by esterification of 7% H₂SO₄ catalyst and methanol 1:30 (w/w) at 60 °C for 2 hours. Transesterification was carried out at 60 °C for 1 hour with 1.5% KOH catalyst (w/w) and 35% methanol (w/w). Before synthesizing, the water content obtained was 0.40% and the ALB was 7.46%. Furthermore, specification testing was carried out on biodiesel based on the Indonesian National Standard (SNI) 7182-2015 that has been set, which shows an acid number of 0.4 mg NaOH/gg, density of 860.4 kg/mm³ (simplo) and 866.1 kg/m³ (duplo), and a kinematic viscosity of 2.93 mm²/s at 40 °C. Characterization was carried out by FTIR spectrophotometer analysis, which showed the presence of ester functional groups that are characteristic of synthesized biodiesel: the presence of C-O groups from esters at wavenumbers 1244.13 cm⁻¹ and 1170.83 cm⁻¹, and the presence of C=O groups from esters at wavenumbers 1743.71 cm⁻¹. In addition, Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) analysis was also carried out, which showed the presence of six methyl ester (biodiesel) compounds, namely methyl myristate, methyl palmitate, methyl stearate, methyl oleate, methyl linoleate, and methyl arachidate.

Keywords: *biodiesel; esterification; LGCPO; Transesterification.*

ABSTRAK

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar diesel yang berasal dari minyak bumi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemanfaatan LGCPO (*low grade crude palm oil*) untuk dijadikan biodiesel. Pembuatan biodiesel dilakukan dengan esterifikasi katalis H₂SO₄ 7% dan metanol 1:30 (b/b) pada suhu 60°C selama 2 jam. Transesterifikasi dilakukan dengan suhu 60°C selama 1 jam dengan katalis KOH 1,5% (b/b) dan metanol 35% (b/b). Sebelum dilakukan sintesis kandungan air yang diperoleh sebesar 0,40% dan ALB sebesar 7,46%. selanjutnya dilakukan pengujian spesifikasi terhadap biodiesel berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182-2015 yang telah ditetapkan, yang menunjukkan angka asam sebesar 0,4 mg NaOH/g, massa jenis sebesar 860,4 kg/m³ (simplo) dan 866,1 kg/m³ (duplo) dan viskositas kinematik sebesar 2,93mm²/s pada 40°C. Karakterisasi dilakukan dengan analisis spektrofotometer FTIR yang menunjukkan adanya gugus fungsi ester yang merupakan karakteristik dari biodiesel hasil sintesis ini melihat adanya gugus C-O dari ester pada bilangan gelombang 1244,13 cm⁻¹ dan 1170,83 cm⁻¹, adanya gugus C=O dari ester pada bilangan gelombang 1743,71 cm⁻¹. Selain itu dilakukan juga analisis Gas Chromatography-Mass

Spectroscopy (GC-MS) yang menunjukkan adanya enam senyawa metil ester (biodiesel), yaitu metil miristat, metil palmitat, metil stearat, metil oleat, metil linoleat, dan metil arakhidat.

Kata kunci: biodiesel; esterifikasi; LGCPO; transesterifikasi.

1. PENDAHULUAN

Biodiesel dihasilkan dengan mereaksikan minyak tanaman dengan alkohol menggunakan zat basa sebagai katalis pada suhu dan komposisi tertentu, sehingga akan menghasilkan dua zat yang disebut alkil ester (umumnya metil atau etil ester) dan gliserin. Proses reaksi di atas biasa disebut dengan proses “transesterifikasi”. (Susilo, 2006)

Sejak tahun 2006 Indonesia telah menjadi produsen minyak sawit (Crude Palm Oil = CPO) terbesar di dunia. Indonesia menguasai hampir 90% produksi minyak kelapa sawit dunia dan bahkan mampu memproduksi 16.050.000 ton. Produksi minyak sawit yang tinggi menyebabkan produksi limbah cair kelapa sawit juga tinggi. Saat ini limbah dari pabrik kelapa sawit hanya diolah dengan cara menurunkan nilai COD dan BOD dari limbah tersebut kemudian dibuang ke lingkungan. Limbah cair ini lambat laun akan merusak lingkungan, karenanya diperlukan metode pengolahan lebih lanjut agar tidak mencemari lingkungan. Apabila tidak dikelola secara baik dan arif, perkembangan kelapa sawit yang begitu pesat dapat saja berpotensi menimbulkan berbagai masalah, terutama masalah limbah cair pabrik kelapa sawit yang dibuang ke lingkungan.

Limbah cair dari pabrik kelapa sawit masih mengandung banyak asam lemak bebas dan trigliserida. Hal ini membuat limbah cair berpotensi untuk diolah menjadi bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel selain dapat dibuat dari minyak nabati, juga dapat dibuat dari berbagai jenis bahan baku dengan syarat terdapatnya asam lemak bebas dan trigliserida di dalam bahan baku tersebut.

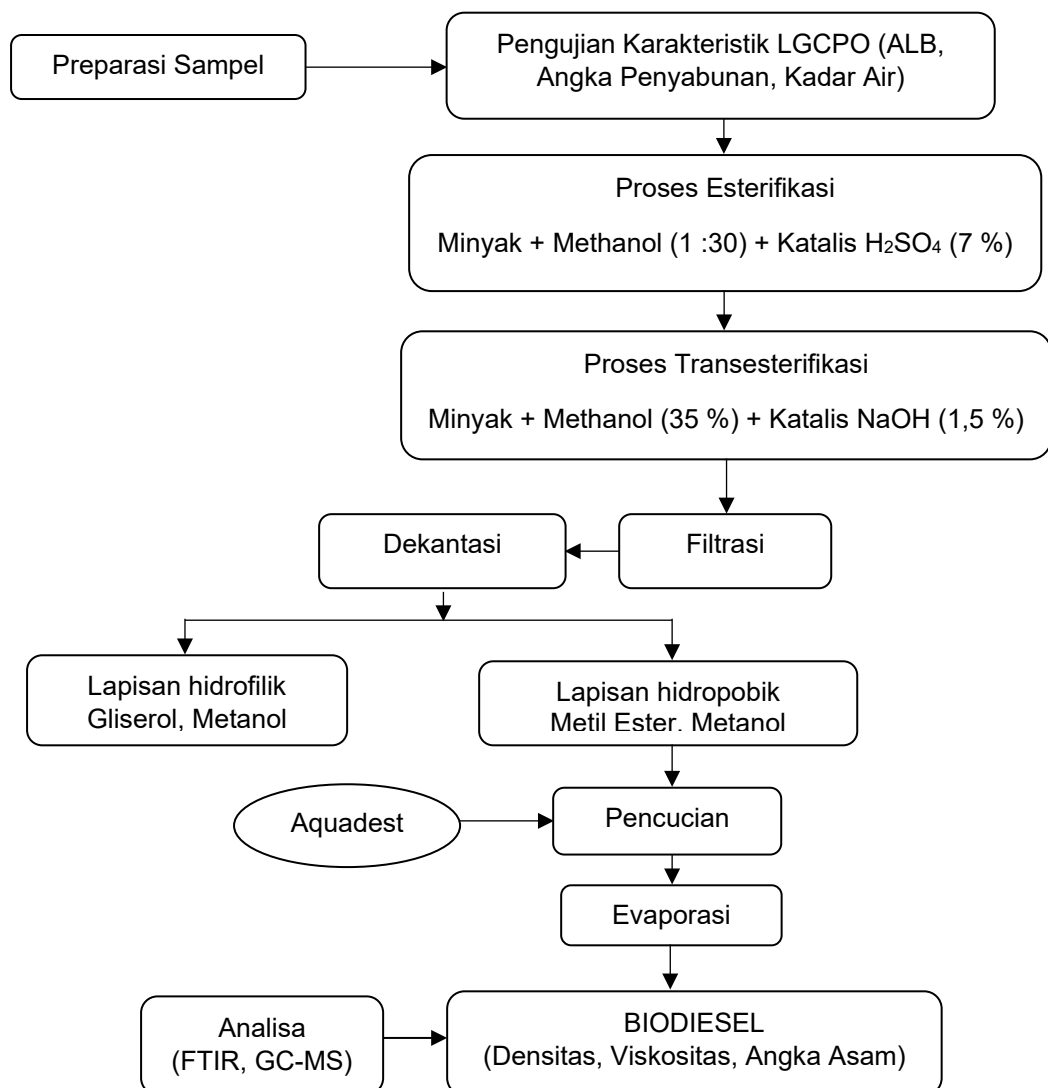
Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut. Naluri et al., (2015) melakukan sawit off grade sebagai bahan baku alternatif pembuatan biodiesel melalui proses dua tahap menggunakan katalis zeolit alam yang dimodifikasi. Arita et al., (2020) melakukan Pembuatan biodiesel dari limbah cair kelapa sawit dengan variasi katalis asam sulfat pada proses esterifikasi. Dalam penelitiannya ditemukan bahwa Limbah cair kelapa sawit dapat dijadikan biodiesel dan karakteristik biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 7182:2015.

Penelitian ini digunakan LGCPO (*Low Grade Crude Palm Oil*) yang kadar asam lemak bebasnya tinggi, oleh karena itu akan dibuat biodiesel dari bahan baku minyak sawit dari pabrik kelapa sawit dengan tujuan pembuatan biodiesel yang sesuai dengan SNI 04-7182-2015 berbahan dasar LGCPO. Bahan utama yang digunakan yaitu minyak sawit yang tidak diproduksi ditampung di kolam penampungan limbah (Fat-Pit 2). Mengingat saat ini harga CPO bermutu bagus masih relatif mahal, maka untuk kegiatan ini akan digunakan CPO *low grade* (kualitas rendah) sebagai bahan baku biodiesel. Mutu yang kurang bagus menyebabkan LGCPO (*Low Grade Crude Palm Oil*) kurang baik digunakan untuk konsumsi pangan sehingga perlu pemurnian lebih lanjut. CPO yang berkualitas rendah (LGCPO) tidak dapat diproses lebih lanjut.

Dengan dimanfaatkan sebagai biodiesel maka dapat meningkatkan nilai ekonomis dari LGCPO tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Proses pembuatan biodiesel akan dilakukan dengan reaksi esterifikasi dan transesterifikasi, serta dilakukan pengujian spesifikasi yaitu viskositas, densitas, bilangan asam dan asam lemak bebas yang sesuai standar SNI 7182:2015, selanjutnya diuji karakteristiknya melalui instrumen FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk di dalamnya dan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectroscopy*) untuk mendapatkan kandungan asam lemak dalam biodiesel, serta dilakukan pengujian spesifikasi biodiesel.



Gambar 1. Proses alur pembuatan biodiesel

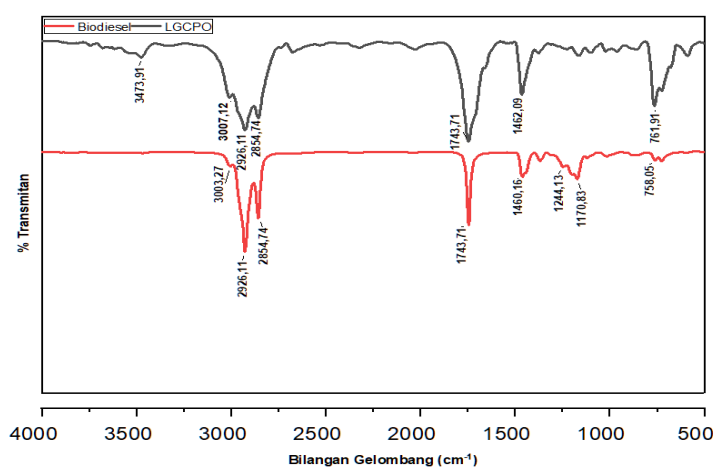
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian karakteristik biodiesel LGCPO dilakukan untuk mengetahui kesesuaiannya dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182 2015 yang telah ditetapkan. Spesifikasi biodiesel yang telah dilakukan sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian Karakteristik Biodiesel

No	Parameter Uji	Hasil	SNI 7182-2015.
1	Densitas	853,25 kg/m ³	850- 890 kg/m ³
2	Viskositas	2,93 mm ² /s	2,3 – 6,0 mm ² /s (cSt)
3	Angka Asam	0,3 mg NaOH/g	0,5 mg NaOH/g

Pada tabel diatas menunjukan bahwa nilai yang diperoleh dari hasil pengujian secara fisik yang dilakukan pada laboratorium berada pada rentan standar yang telah ditetapkan, hal ini menunjukkan nilai tersebut telah memenuhi standar SNI 7182-2015 sehingga tergolong sebagai jenis biodiesel. Pada pengujian densitas jika biodiesel mempunyai massa jenis yang melebihi ketentuan, akan terjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati. Nilai ini merupakan indikator panjangnya rantai karbon, peningkatan jumlah ikatan rangkap pada asam lemak, rendahnya zat-zat pengotor, seperti sabun dan gliserol hasil reaksi penyabunan, asam-asam lemak yang tidak terkonversi menjadi metil ester, air, katalis sisa, ataupun sisa metanol yang terdapat dalam biodiesel. Sedangkan pada viskositas yang melebihi standar akan membuat bahan bakar teratomisasi menjadi tetesan yang lebih besar dengan momentum tinggi dan memiliki kecenderungan bertumbukan dengan dinding silinder yang relatif lebih dingin. Hal ini menyebabkan pemadaman flame dan peningkatan deposit, penetrasi semprot bahan bakar, dan emisi mesin. Sedangkan untuk angka asam yang tinggi akan menyebabkan minyak biodiesel bersifat korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak di injektor mesin diesel.



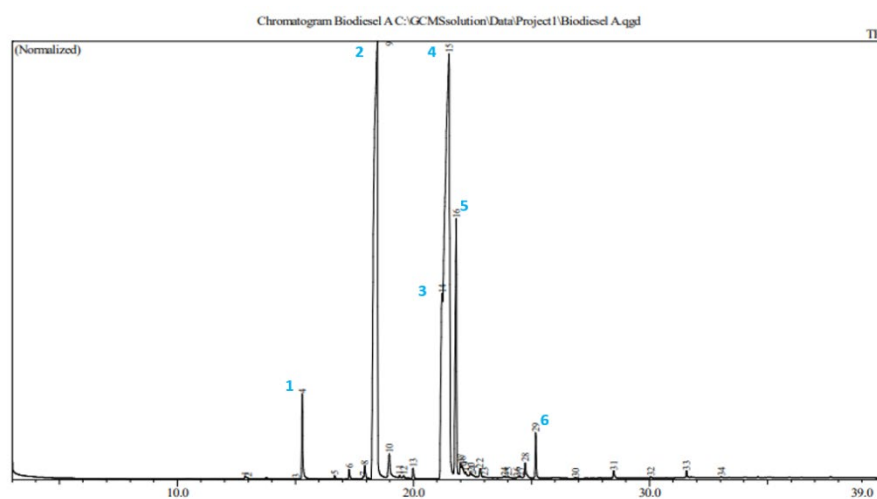
Gambar 2. Overlay spektrum Fourier Transform-Infrared (FTIR) pada sampel LGCPO (hitam) biodiesel (merah)

Analisis spektrofotometer FTIR digunakan untuk mengetahui perubahan gugus fungsi yang terdapat dalam sampel metil ester (biodiesel) dengan membandingkan dengan sampel LGCPO. Berdasarkan data spektrum pada gambar 2, data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Daerah Serapan Bilangan Gelombang

No	Daerah serapan (cm ⁻¹)	Ikatan	Nama gugus fungsi	Bilangan gelombang terukur (cm ⁻¹)		Ket
				LGCPO	Biodiesel	
1	3000-3700	O-H	Alkohol	3473,91	-	Ulur
2	3010-3095	C-H	Metil	3007,12	3003,27	Simetris
3	2820-2975	C-H	Metil	2926,11 2854,74	2926,11 2854,74	Simetris
4	1740-1760	C=O	Ester	1743,71	1743,71	Ulur, tidak simetris
5	1445-1475	C-H	Metil	1462,09	1460,16	Simetris
6	1110-1300	C-O	Ester	-	1244,13 1170,83	Ulur
7	675-1000	-CH=CH-	Alkena	761,91	758,05	Ulur

Hasil analisis FTIR ini menunjukkan bahwa adanya gugus hidroksil atau gugus O-H pada sampel LGCPO pada bilangan gelombang 3473,91 cm⁻¹ membuktikan bahwa sampel masih terdapat asam lemak, sedangkan pada sampel biodiesel tidak terdapat gugus hidroksil dan terjadi pemutusan asam lemak menjadi ester. Hal ini dibuktikan melalui adanya vibrasi ikatan C-O (ester) pada bilangan gelombang 1244,13 cm⁻¹ dan 1170,83 cm⁻¹ yang terdapat pada sampel biodiesel tetapi tidak terdapat pada sampel LGCPO yang berarti dari proses esterifikasi menggunakan katalis asam sulfat dilanjutkan dengan transesterifikasi dengan katalis KOH berhasil mengubah sampel LGCPO menjadi biodiesel.



Gambar 3. Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) dari produk Biodiesel

Identifikasi dengan GC-MS dilakukan untuk meyakinkan bahwa hasil sintesis yang diperoleh memang benar merupakan senyawa biodiesel. Hasil analisis sampel biodiesel dengan kromatografi gas tersebut terlihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Data Waktu Retensi dan Luas Puncak Kromatogram

Puncak	Senyawa yang diduga	Luas puncak (%)	Waktu retensi (min)
1	Metil miristat	1,74	15,288
2	metil palmitat	34,81	18,471
3	Metil linoelat	7,09	21,213
4	Metil oleat	42,27	21,506
5	Metil stearat	7,77	21,812
6	Metil arakhidat	0.99	25,183

Dari data GC-MS dapat dinyatakan bahwa hasil sintesis dari penelitian ini adalah memang benar merupakan senyawa biodiesel, yakni metil ester. Senyawa metil ester yang diperoleh adalah metil miristat, metil palmitat, metil linoleat, metil oleat, metil stearat, metil arakhidat. Senyawa metil ester yang diperoleh tersebut sesuai dengan kandungan asam lemak yang terdapat pada bahan dasar minyak kelapa sawit yang digunakan untuk sintesis ini seperti : asam palmitat, asam miristat, asam stearat, asam linoleat, asam oleat. Namun senyawa metil arakhidat tidak sesuai dengan kandungan asam lemak pada kelapa sawit. Kemungkinan senyawa metil ester yang tidak sesuai ini diperoleh dari sampel yang sudah tercampur dengan pengotor lain pada saat ditampung dikolam penampungan pada pabrik kelapa sawit.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian pemanfaatan LGCPO (*low grade crude palm oil*) sebagai bahan baku pembuatan biosiesel dapat disimpulkan bahwa karakteristik biodiesel dari LGCPO (*low grade crude palm oil*) dapat dilihat berdasarkan terbentuknya senyawa metil ester yang didukung oleh data FTIR dengan adanya gugus C-O dan C=O dari ester, dan juga dapat diperkuat dengan hasil data GC-MS yang menyatakan Hasil sintesis memang identik dengan biodiesel yang diperoleh adanya enam senyawa metil ester (biodiesel). Serta pengujian karakteristik yang telah memenuhi standar SNI 7182-2015.

ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih disampaikan kepada Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Kementerian Perindustrian, yang telah membantu memberikan bantuan selama proses penelitian.

REFERENSI

- Arita, S. (2020). *Pembuatan Biodiesel dari Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Variasi Katalis Asam Sulfat Pada Proses Esterifikasi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Standar Nasional Indonesia "Biodiesel"* SNI 7182:2015
- Kurniasih, E. (2013). *Produksi Biodiesel Dari Crude Palm Oil Melalui Reaksi Dua Tahap*. Laporan Hasil Penelitian. Program Studi Teknik Kimia. Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh
- Naluri, Ayu. (2015). *Sawit off grade sebagai bahan baku alternatif pembuatan biodiesel melalui proses dua tahap menggunakan katalis zeolit alam yang dimodifikasi*. Program Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
- Rachmanita, R. E. (2019). The High Capacitance for Electrode Structure of Interdigital Capacitor Thin Film Models. *SNRU J. Sci. Technol.*, 11: 55– 63.
- Rahardjo, P. N. (2009). Studi Banding Teknologi Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 10(1): 9-18
- Risnoyatiningsih, S. (2012). Biodiesel From Avocado Seeds by Transesterification Process. *J. Tek. Kim.* 5: 345-351.
- Ritonga, M.Y., Sihombing, D. H. & Sihotang, A. R. (2013). Pemanfaatan Abu Kulit Buah Kelapa Sebagai Katalis Pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit Menjadi Metil Ester. *J. Tek. Kim. USU*, 2:17–24.
- Sudaryono, A. (2010). Karakteristik Biodiesel dan Blending Biodiesel dari Oil Losses Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Industri Pertanian*. 21(1): 34-40
- Utami, W. (2013). *Sintesis Biodiesel menggunakan Katalis yang Bersumber dari Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa)*. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru.