

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI CAMPURAN *CRUDE PALM OIL* DAN MINYAK JELANTAH SERTA KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP *YIELD* BIODIESEL PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI DENGAN KATALIS KOH

(Yoggie Alvianito, 2026, 85 Halaman, 10 Gambar, 20 Tabel, 4 Lampiran)

Meningkatnya kebutuhan energi serta menipisnya cadangan bahan bakar fosil mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang bersifat terbarukan dan ramah lingkungan. Biodiesel merupakan salah satu alternatif yang dapat diproduksi dari minyak nabati maupun limbah minyak, seperti *Crude Palm Oil* (CPO) dan minyak jelantah. Pemanfaatan campuran kedua bahan baku tersebut diharapkan mampu meningkatkan efisiensi produksi biodiesel sekaligus mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat limbah minyak jelantah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi campuran CPO dan minyak jelantah serta kecepatan pengadukan terhadap *yield* dan karakteristik biodiesel yang dihasilkan melalui proses transesterifikasi menggunakan katalis KOH. Penelitian didasarkan pada teori transesterifikasi, perpindahan massa, dan pengaruh parameter operasi terhadap pembentukan *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME). Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan variasi komposisi CPO:minyak jelantah sebesar 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100 serta variasi kecepatan pengadukan 400 dan 600 rpm. Proses transesterifikasi dilakukan pada suhu 60°C selama 60 menit dengan rasio mol metanol terhadap minyak 6:1 dan konsentrasi katalis KOH sebesar 1% dari berat minyak. Data penelitian diperoleh melalui pengujian *yield*, densitas, viskositas, angka asam, nilai kalor, angka setana, serta analisis komposisi menggunakan GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan baku dan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap *yield* dan karakteristik biodiesel. *Yield* tertinggi sebesar 80% diperoleh pada komposisi 25% CPO : 75% minyak jelantah dengan kecepatan pengadukan 600 rpm. Biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan SNI 7182:2015, sedangkan hasil analisis GC-MS menunjukkan kandungan FAME sebesar 79,18%, yang mengindikasikan bahwa proses transesterifikasi berlangsung dengan baik dan menghasilkan biodiesel berkualitas.

Kata kunci: Biodiesel, *Crude Palm Oil* (CPO), Minyak Jelantah, Transesterifikasi, *Yield*.

ABSTRACT

EFFECT OF CRUDE PALM OIL AND WASTE COOKING OIL BLEND COMPOSITION AND STIRRING SPEED ON BIODIESEL YIELD DURING THE TRANSESTERIFICATION PROCESS USING A KOH CATALYST

(Yoggie Alvianito, 2026, 85 Pages, 10 Tables, 20 Figures, 4 appendices)

The increasing demand for energy and the depletion of fossil fuel reserves have encouraged the development of renewable and environmentally friendly alternative energy sources. Biodiesel is one of the promising alternatives that can be produced from vegetable oils and waste oils, such as Crude Palm Oil (CPO) and waste cooking oil. The utilization of a blend of these two feedstocks is expected to improve biodiesel production efficiency while reducing environmental pollution caused by waste cooking oil disposal. This study aimed to analyze the effect of the blending ratio of Crude Palm Oil (CPO) and waste cooking oil, as well as stirring speed, on the yield and characteristics of biodiesel produced through the transesterification process using KOH as a catalyst. The study was based on the theories of transesterification, mass transfer, and the influence of operating parameters on the formation of Fatty Acid Methyl Esters (FAME). An experimental method was employed using CPO to waste cooking oil blending ratios of 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100, with stirring speeds of 400 and 600 rpm. The transesterification process was conducted at 60°C for 60 minutes using a methanol-to-oil molar ratio of 6:1 and 1 wt.% KOH catalyst. Data were collected through analyses of biodiesel yield, density, viscosity, acid value, calorific value, cetane number, and GC-MS composition. The results showed that both feedstock composition and stirring speed significantly affected biodiesel yield and fuel properties. The highest biodiesel yield of 80% was obtained at a blending ratio of 25% CPO and 75% waste cooking oil with a stirring speed of 600 rpm. The produced biodiesel satisfied the requirements of SNI 7182:2015, while GC-MS analysis indicated a FAME content of 79.18%, confirming that the transesterification process proceeded effectively and produced good-quality biodiesel.

Keywords: Biodiesel, Crude Palm Oil (CPO), Waste Cooking Oil, Transesterification, Yield.

MOTTO

"Dengan Memohon Ridha Allah SWT, Setiap Langkah, Usaha, Dan Perjuanganku Kupersembahkan Sebagai Wujud Bakti, Cinta, Dan Rasa Syukur Kepada Ibu Dan Ayah."
(Yoggie)

“Orang Lain Ga Akan Bisa Paham *Struggle* Dan Masa Sulitnya Kita, Yang Mereka Ingin Tahu Hanya Bagian *Succes* Storiesnya. Berjuanglah Untuk Diri Sendiri Walaupun Ga Ada Yang Tepuk Tangan, Kelak Diri Kita Di Masa Depan Akan Sangat Bangga Dengan Apa Yang Kita Perjuangkan Hari Ini.”
(Fardi Yandi)

“Minta Pertolongan Dengan Sabar Dan Sholat. Sesungguhnya ALLAH SWT Bersama Orang-Orang Yang Sabar.”
(Q.S Al- Baqarah, 153)

“Allah Tidak Membebani Hambanya Melainkan Sesuai Dengan Kesanggupannya Dia Mendapat (Pahala) Dari (Kebajikan) Yang Dikerjakannya Dan Mendapat (Siksa) Dari (Kejahatan) Yang Diperbuatnya”
(Q.S Al – Baqarah :286)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Variasi Komposisi Campuran *Crude Palm Oil* Dan Minyak Jelantah Serta Kecepatan Pengadukan Terhadap *Yield Biodiesel* Pada Proses Transesterifikasi Dengan Katalis KOH”** tepat pada waktunya dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat mata kuliah di Jurusan Teknik Kimia Program Studi Sarjana Terapan (D-IV) Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam melaksanakan penulisan laporan ini, penulis juga banyak menerima bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya,
2. Dr. Yusril, S.T., M.T. selaku wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya,
3. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
4. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
5. Dr. Lety Trisnaliani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Boni Junita, S. ST., M.Tr. T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Prof. Dr. Yohandri Bow, S.T.,M.S. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, serta dukungan selama proses Penyusunan Tugas Akhir ini di Program Studi Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
8. Ir. Sahrul Effendy A., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan dukungan yang tiada henti selama proses penyusunan Tugas Akhir ini di Program Studi Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
10. Adi Gunawan selaku Teknisi/PLP di Laboratorium Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,

11. Widodo selaku Teknisi/PLP di Laboratorium Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
 12. Yulisman selaku Teknisi/PLP di Laboratorium Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
 13. Kedua orang tua tercinta dan kakak perempuan tersayang yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan, semangat, serta pengorbanan yang tiada henti kepada penulis. Terima kasih telah menjadi tempat pulang, sumber kekuatan, dan alasan bagi penulis untuk terus berjuang hingga akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat, kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan kepada Mama, Ayah, dan Kakak.
 14. Tri Muhammad Rieski, Alpin Purnama, dan Leo Altamirando, yang telah kebersamai penulis selama empat tahun perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, bantuan, motivasi, serta berbagai pengalaman dan kenangan yang telah dilalui bersama. Kehadiran kalian menjadi bagian yang berarti dalam perjalanan penulis hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
 15. Dian Prameswari, Alpin Purnama, Yusril Ihza Mahendra, Zahra Aufa Rafiqi, dan Adi Puryono, selaku Tim Biodiesel, atas kebersamaan, bantuan, dan dukungan selama proses penelitian hingga penyusunan laporan Tugas Akhir.
 16. Rekan – rekan Kelas EGC Angkatan 2022 yang senantiasa saling memberikan semangat selama pelaksanaan tugas akhir ini.
 17. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu, baik secara materi maupun moral.
- Akhir kata dari penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi setiap pembacanya.

Palembang, Juli 2026

Yoggie Alvianito

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Relevansi Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Biodiesel.....	6
2.2 Bahan Baku Biodiesel.....	11
2.2.1 Minyak Jelantah	11
2.2.2 <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	14
2.2.3 Campuran <i>Crude Palm Oil</i> (CPO) dan Minyak Jelantah.....	16
2.3 Proses Pembuatan Biodiesel	17
2.3.1 Esterifikasi.....	18
2.3.2 Transesterifikasi	19
2.4 Katalis	27
2.5 <i>Reaktor Batch</i> Berpengaduk	31
2.5.1 <i>Stirred Tank Reactor</i>	32
2.5.2 <i>Baffle</i> pada <i>Stirred Tank Reactor</i>	33
2.5.3 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Proses Transesterifikasi..	34
2.6 Parameter Penentuan Karakteristik Biodiesel.....	35
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	42
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	42
3.2 Pendekatan Desain Struktural	43
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	46
3.4 Bahan dan Alat.....	46
3.5 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	47
3.6 Prosedur Penelitian.....	49
3.6.1 Analisis Awal Bahan Baku (FFA)	49
3.6.2 Persiapan Percobaan.....	50
3.6.3 Pembuatan Biodiesel.....	50
3.6.4 Proses Pencucian.....	51
3.6.4 Analisa Sampel.....	52
3.8 Diagram Alir Proses	54
3.9 Diagram Alir Penelitian.....	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
4.1 Hasil	56
4.1.1 Data Pengamatan Biodiesel.....	56
4.1.2 Data Hasil Pengujian Karakteristik Biodiesel.....	57
4.1.3 Data Hasil Analisis (GC-MS).....	58

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	59
4.2.1 Pengaruh Variasi Komposisi Dan Kecepatan Pengadukan	59
4.2.2 Analisa Karakteristik Biodiesel sesuai dengan SNI	64
4.2.5 Analisis Komposisi Senyawa Biodiesel Berdasarkan <i>GC MS</i>	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	86
LAMPIRAN.....	93

DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
2.1 Perbandingan Antara Biodiesel, Solar Dan Bensin.....	9
2.2 Karakteristik Biodiesel Standar Nasional Indonesia.....	10
2.3 Karakteristik Minyak Jelantah	13
2.4 Kandungan Senyawa Utama CPO 2024)	15
2.5 sifat fisik dan kimia kalium hidroksida (KOH).....	27
3.6 Keterangan Spesifikasi Alat Biodiesel.....	43
4.7 Analisa Biodiesel.....	54
4.8 Data hasil analisa biodiesel Karakteristik	55
4.9 Hasil Identifikasi Senyawa Biodiesel	55

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN
2.1 Reaksi Esterifikasi.....	19
2.2 Struktur Molekul Monogliserida, Digliserida Dan Trigliserida.....	20
2.3 Reaksi Transesterifikasi	24
3.4 Tampak Depan	41
3.5 Tampak Kanan	41
3.6 Tampak Atas.....	42
3.7 Seperangkat Alat Biodiesel Tampak Samping	42
3.8 Desain reaktor Transesterifikasi biodiesel	44
3.9 Diagram Alir Proses	51
3.10 Diagram Alir Penelitian.....	52
4.11 Pengaruh Komposisi yield	56
4.12 Hubungan Pengaruh Komposisi densitas.....	61
4.13 Hubungan Pengaruh Komposisi Viskositas	64
4.14 Hubungan Pengaruh Komposisi Angka Asam	67
4.15 Hubungan pengaruh komposisi Nilai Kalor.....	71
4.16 Hubungan pengaruh komposisi Angka Setana.....	74
4.17 Kromatogram <i>Gas Chromatography-Mas</i>	77
4.18 Spektrum Massa <i>Hexadecanoic Acid Methyl</i>	78
4.19 Spektrum Massa <i>Octadecenoic Ester</i> pada WaktuMenit.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel	Halaman
A. Data Pengamatan.....	93
B. Perhitungan.....	95
C. Dokumentasi.....	119
D. Surat-Menyurat.....	122

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia saat ini masih menghadapi tantangan dalam memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, sementara cadangan bahan bakar fosil semakin menurun dan isu lingkungan akibat penggunaan energi konvensional semakin mendapat perhatian. Kondisi tersebut mendorong pengembangan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu sumber energi alternatif yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar terbarukan yang dapat diproduksi dari berbagai jenis minyak nabati maupun minyak limbah, sehingga selain mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, juga berkontribusi dalam menekan dampak pencemaran lingkungan melalui pemanfaatan sumber daya yang dapat diperbarui (Singh et al., 2021).

Biodiesel merupakan bahan bakar yang tersusun atas *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) yang dihasilkan melalui reaksi transesterifikasi antara trigliserida dan alkohol rantai pendek dengan bantuan katalis. Salah satu bahan baku yang banyak dimanfaatkan dalam produksi biodiesel adalah minyak jelantah karena tersedia dalam jumlah besar, bernilai ekonomis, dan berpotensi mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah minyak goreng secara tidak terkendali. Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel juga sejalan dengan konsep ekonomi sirkular yang menekankan penggunaan kembali sumber daya secara lebih efisien dan berkelanjutan (Suzihaque et al., 2022).

Meskipun demikian, kualitas minyak jelantah sangat dipengaruhi oleh frekuensi dan kondisi penggunaannya. Proses pemanasan berulang dapat menyebabkan terjadinya oksidasi, hidrolisis, dan degradasi minyak yang meningkatkan kandungan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid* atau FFA) serta senyawa pengotor lainnya. Kondisi tersebut dapat memengaruhi proses transesterifikasi dan kualitas biodiesel yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian kondisi operasi yang tepat agar proses konversi trigliserida menjadi metil ester dapat berlangsung secara optimal (Saputro et al., 2025).

Selain minyak jelantah, Crude Palm Oil (CPO) merupakan bahan baku potensial untuk produksi biodiesel karena memiliki kandungan trigliserida yang tinggi serta ketersediaan yang melimpah di Indonesia sebagai salah satu produsen minyak sawit terbesar di dunia. Penggunaan campuran CPO dan minyak jelantah berpotensi menghasilkan biodiesel dengan karakteristik yang lebih baik karena dapat mengombinasikan keunggulan masing-masing bahan baku. Karakteristik bahan baku, terutama komposisi asam lemak, kandungan FFA, viskositas, dan densitas, merupakan faktor penting yang memengaruhi keberhasilan reaksi transesterifikasi dan mutu biodiesel yang dihasilkan (Cerón Ferrusca et al., 2023).

Keberhasilan proses produksi biodiesel tidak hanya dipengaruhi oleh bahan baku, tetapi juga oleh berbagai parameter operasi seperti jenis dan konsentrasi katalis, rasio molar alkohol terhadap minyak, suhu reaksi, waktu reaksi, serta kecepatan pengadukan. Pengadukan memiliki peran penting karena dapat meningkatkan kontak antara fase minyak dan metanol yang secara alami sulit bercampur. Semakin baik proses pencampuran yang terjadi, semakin efektif perpindahan massa antara reaktan sehingga konversi trigliserida menjadi metil ester dapat meningkat (Nabgan et al., 2022). Selain itu, penggunaan katalis basa seperti KOH banyak diterapkan karena mampu mempercepat reaksi transesterifikasi dan menghasilkan konversi biodiesel yang tinggi dalam waktu relatif singkat (Monika et al., 2023).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan yield dan kualitas biodiesel melalui optimasi parameter proses. Tampubolon et al. (2025) melaporkan bahwa peningkatan waktu reaksi dan kecepatan pengadukan pada produksi biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis campuran NaOH dan KOH mampu meningkatkan yield biodiesel hingga 87,50% pada kondisi optimum 60 menit dan 600 rpm. Ganisha et al. (2025) juga menunjukkan bahwa suhu dan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap konversi biodiesel dari CPO, dengan kondisi terbaik diperoleh pada suhu 60°C dan kecepatan pengadukan 500 rpm. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa intensitas pencampuran merupakan faktor penting dalam meningkatkan efektivitas reaksi transesterifikasi.

Upaya peningkatan konversi biodiesel juga dilakukan melalui modifikasi sistem reaksi. Daryono et al. (2020) melaporkan bahwa penambahan *co-solvent* metil ester

pada produksi biodiesel dari minyak kelapa sawit mampu meningkatkan yield hingga 92,43%, yang menunjukkan bahwa peningkatan homogenitas campuran dapat mempercepat perpindahan massa dan meningkatkan pembentukan metil ester. Sementara itu, Azhari et al. (2023) berhasil memproduksi biodiesel dari campuran minyak jarak kepyar dan minyak jelantah menggunakan katalis CaO berbasis limbah cangkang, yang menunjukkan bahwa minyak jelantah memiliki potensi besar sebagai bahan baku biodiesel sekaligus memberikan manfaat lingkungan melalui pemanfaatan limbah.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa bahan baku, komposisi campuran, serta kondisi pengadukan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap yield dan kualitas biodiesel. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada penggunaan satu jenis bahan baku atau hanya mengkaji satu variabel proses secara terpisah. Penelitian yang mengombinasikan variasi komposisi campuran Crude Palm Oil (CPO) dan minyak jelantah dengan variasi kecepatan pengadukan pada proses transesterifikasi menggunakan katalis KOH masih relatif terbatas. Selain itu, kajian yang mengevaluasi pengaruh kedua faktor tersebut secara simultan terhadap yield biodiesel dan karakteristik produk berdasarkan parameter mutu biodiesel masih belum banyak dilaporkan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh variasi komposisi campuran Crude Palm Oil (CPO) dan minyak jelantah serta kecepatan pengadukan terhadap yield biodiesel yang dihasilkan melalui proses transesterifikasi menggunakan katalis KOH. Selain menentukan kondisi operasi terbaik berdasarkan nilai yield, penelitian ini juga mengevaluasi kualitas biodiesel melalui pengujian densitas, viskositas, angka asam, nilai kalor, angka setana (*cetane number*), serta analisis komposisi metil ester menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) pada sampel dengan yield tertinggi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi operasi yang optimal serta menjadi referensi dalam pengembangan proses produksi biodiesel yang lebih efisien, ekonomis, dan berkelanjutan.