

SKRIPSI

**PENGARUH RASIO MOL METANOL PADA BIODIESEL
BERBASIS MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN
KATALIS ENZIM LIPASE TERIMOBILISASI
DI *PACKED BED REACTOR***



**Diajukan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah Skripsi
Program Studi Diploma-IV Teknologi Kimia Industri
Jurusan Teknik Kimia**

OLEH:

**MUHAMMAD RAYHAN LEONARDI
0622 4042 2458**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH RASIO MOL METANOL PADA BIODIESEL
BERBASIS MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN
KATALIS ENZIM LIPASE TERIMOBILISASI
DI *PACKED BED REACTOR***

OLEH:

**Muhammad Rayhan Leonardi
0622 4042 2458**

Palembang, Juli 2026

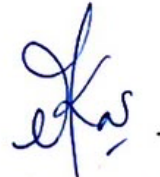
Menyetujui,

Pembimbing I,



**Dr. Martha Aznury, M.Si
NUPTK 9951748649230102**

Pembimbing II,



**Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng
NUPTK 7335772673230253**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Kimia**



**Tahdid, S.T., M.T.
NIP 197201131997021001**

**Koordinator Program Studi
DIV Teknologi Kimia Industri**



**Dr. Ir. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP 197306211990032001**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA**

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139
Telp. 0711-353414, Laman: <https://polsri.ac.id>, Pos El: kimia@polsri.ac.id

**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 29 Juni 2026**

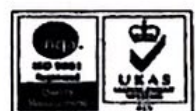
Tim Penguji:

1. **Dr. Yulianto Wasiran, M.M.**
NUPTK. 0050747648130113
2. **Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T.**
NUPTK. 5362758659130123
3. **Linda Ekawati, S.Si., M.Sc.**
NUPTK. 7045772673230243
4. **Debi Anggun Sari, M.T.**
NUPTK. 2542773674230282

Tanda Tangan

Palembang, Juli 2026
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknologi Kimia Industri

Dr. Ir. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP. 197306211999032001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139 Telp. 0711-353414
Fax. 0711-355918. E-mail: kimia@polsri.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Rayhan Leonardi
NPM : 062240422458
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan judul Pengaruh Rasio Mol Metanol Pada Biodiesel Berbasis Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Enzim Lipase Terimobilisasi di *Packed Bed Reactor*, tidak mengandung unsur "PLAGIAT" sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Pembimbing I,

Dr. Martha Aznury, M.Si.
NUPTK. 9951748649230102

Palembang, 24 Juni 2026

Penulis,

Muhammad Rayhan Leonardi
NPM. 062240422458

Pembimbing II,

Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng
NUPTK. 7335772673230253



ABSTRAK

PENGARUH RASIO MOL METANOL PADA BIODIESEL BERBASIS MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN KATALIS ENZIM LIPASE TERIMOBILISASI DI *PACKED BED REACTOR*

(Muhammad Rayhan Leonardi, 88 Halaman, 21 Tabel,
20 Gambar, 4 Lampiran)

Biodiesel merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar diesel berbasis minyak bumi. Dalam penelitian ini, minyak jelantah dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel karena ketersediaannya yang melimpah, biaya yang relatif rendah, serta berpotensi mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Proses produksi biodiesel dilakukan melalui proses *pre-treatment*, netralisasi, dan transesterifikasi menggunakan enzim lipase terimobilisasi pada matriks resin sebagai biokatalis dalam sistem *Packed Bed Reactor*. Dengan variasi rasio mol metanol berbanding minyak sebesar 1:3; 1:5; 1:7; 1:9; dan 1:11 serta penggunaan enzim lipase terimobilisasi sebanyak 10 gram dan 15 gram. Hasil Biodiesel terbaik diperoleh pada rasio mol 1:5 dan penggunaan enzim lipase sebanyak 10 gram, dengan densitas 873,24 kg/m³, viskositas 4,52 cSt, bilangan saponifikasi 128,66 mg-KOH/g, angka asam 0,46 mg-KOH/g, angka iodin 45,85 I₂/100g, gliserol total 0,20%, angka setana 65,8, titik nyala 180,4°C, *yield* 90,02%, dan kandungan metil ester sebesar 96,7%. Sebagian besar, hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan mutu berdasarkan SNI 7182:2015, namun pada data angka asam dan metil ester 2-3 data belum memenuhi standar dikarenakan kurang optimalnya proses reaksi dan konversi menjadi produk.

Kata Kunci: *Biodiesel, Minyak Jelantah, Transesterifikasi, Metanol, Enzim Lipase Terimobilisasi.*

ABSTRACT

EFFECT OF METHANOL MOLE RATIO ON BIODIESEL BASED ON WASTE COOKING OIL USING IMMOBILIZED LIPASE ENZYME CATALYST IN A PACKED BED REACTOR

***(Muhammad Rayhan Leonardi, 88 Pages, 11 Tabels, 20 Figures,
4 Attacment)***

Biodiesel is a renewable energy source that has the potential to reduce dependence on petroleum-based diesel fuel. In this study, used cooking oil was used as a biodiesel feedstock due to its abundant availability, relatively low cost, and potential to reduce environmental pollution. The biodiesel production process is carried out through pre-treatment, neutralization, and transesterification using immobilized lipase enzymes on a resin matrix as a biocatalyst in a Packed Bed Reactor system. With variations in the mole ratio of methanol to oil of 1:3; 1:5; 1:7; 1:9; and 1:11 and the use of immobilized lipase enzymes of 10 grams and 15 grams. The best biodiesel results were obtained at a mole ratio of 1:5 and the use of 10 grams of lipase enzyme, with a density of 873,24 kg/m³, viscosity of 4.52 cSt, saponification number of 128.66 mg-KOH/g, acid number of 0.46 mg-KOH/g, iodine value of 45,85 I₂/100g total glycerol of 0.20%, cetane number of 65.8, flash point of 180,4°C, yield of 90.02%, and methyl ester content of 96.7%. Overall, the results of the study indicate that the biodiesel produced has met the quality requirements based on SNI 7182:2015, For the most part, the research results show that the parameters of the biodiesel produced have met the quality requirements based on SNI 7182:2015, however, the acid number and methyl ester data 2-3 data have not met the standards due to the less than optimal reaction and conversion process into products.

Keywords: *Biodiesel, Waste Cooking Oil, Transesterification, Methanol, Amobile Lipase Enzyme.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Rasio Mol Metanol Pada Biodiesel Berbasis Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Enzim Lipase Terimobilisasi di *Packed Bed Reactor*.”** Laporan Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Diploma D-IV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penyusunan dan pelaksanaan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Terapan Teknologi Kimia Industri. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Dr. Ir. Yuniar, S.T., M.Si. selaku Koordinator Program Studi Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Martha Aznury, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah bersedia membimbing selama pelaksanaan penelitian dan pengerjaan laporan Tugas Akhir.
6. Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah bersedia membimbing selama pelaksanaan penelitian dan pengerjaan laporan Tugas Akhir.
7. Bapak/Ibu Dosen beserta seluruh staff dan karyawan Jurusan Teknik Kimia, Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, atas ilmu, bantuan, dan fasilitas yang diberikan kepada kami selama menjalani masa studi.

8. Kepada Papa dan Mama tercinta kedua orang tuaku yang menjadi sumber kekuatan, inspirasi, dan motivasi terbesar dalam hidup saya, orang tua yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, menyemangatkan serta menguatkan, sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekali lagi terima kasih untuk setiap dukungan moral maupun material, serta kasih sayang tak terbatas yang tak pernah berhenti mengalir kepada anak-nya.
9. Kepada Bayu Setiawan, Aulia Indah Sari, Putri Amanda Septiani, dan Zakiyah Cahya Anjani, selaku partner tugas akhir saya yang sudah membantu serta memberikan motivasi demi penyelesain penelitian dan tugas akhir ini.
10. Teman – teman Jurusan Teknik Kimia Angkatan 2022 terkhusus untuk RP dan Gemax, kelas KIA 2022, yang telah menjadi bagian perjalanan penulis selama masa kuliah hingga menyelesaikan masa studinya.
11. Kepada rekan – rekan KAPE 2025 alias penghuni setia gedung RTC, terima kasih untuk kebersamaannya selama menghadapi masa-masa akhir perkuliahan ini, atas dukungan, atas kekompakan, dan keinginan untuk maju bersama.
12. Kepada keluarga besar saya yang telah memberikan doa, semangat, dan senantiasa memberikan hiburan selama pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.
13. Semua pihak yang telah membantu penyusunan menyelesaikan Tugas Akhir baik berupa saran, doa maupun dukungan.

Palembang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Luaran Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Minyak Jelantah	6
2.2 Biodiesel.....	7
2.3 Metanol	9
2.4 Enzim Lipase.....	9
2.5 Reaksi Transesterifikasi	10
2.6 Imobilisasi Enzim dengan Resin Anion.....	11
2.7 <i>Packed Bed Reactor</i>	13
2.8 <i>State of The Art</i>	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.2.1 Alat yang digunakan	16
3.2.2 Bahan yang digunakan.....	17
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan	17
3.3.1 Perlakuan Percobaan	17
3.3.2 Rancangan Percobaan	18
3.4 Prosedur Percobaan.....	18
3.4.1 Alat <i>Packed Bed Reactor</i> Penunjang Penelitian	18
3.4.2 Tahap Aktivasi Resin.....	20
3.4.3 Tahap Imobilisasi Enzim Lipase.....	20
3.4.4 Tahap Sintesa Biodiesel.....	21
3.5 Analisa Karakteristik Minyak Jelantah	22
3.5.1 Analisa Kadar Asam Lemak Bebas (ALB).....	22
3.5.2 Analisa Kadar Air	23
3.5.3 Analisa Zat Pengotor.....	24
3.6 Analisa Parameter Biodiesel	25
3.6.1 Analisa Viskositas.....	25

3.6.2	Analisa Densitas.....	25
3.6.3	Analisa %yield	26
3.6.4	Analisa Angka <i>Iodine</i>	26
3.6.5	Analisa Bilangan Saponifikasi.....	27
3.6.6	Analisa Angka Setana	28
3.6.7	Analisa Angka Asam Biodiesel	28
3.6.8	Analisa Gliserol Total	29
3.6.9	Analisa Kadar Metil Ester.....	30
3.6.10	Analisa Titik Nyala	30
3.7	Diagram Alir Prosedur Penelitian	31
3.7.1	Diagram Alir Aktivasi Resin	31
3.7.2	Tahap Imobilisasi Enzim Lipase.....	32
3.7.3	Tahap <i>Pre-Treatment</i>	33
3.7.5	Tahap Netralisasi.....	34
3.7.6	Tahap Transesterifikasi Biodiesel.....	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Hasil Penelitian	37
4.2	Pembahasan.....	38
4.2.1	Analisa Karakteristik Minyak Jelantah	38
4.2.2	Pengaruh Variasi Rasio Mol dan Enzim Lipase	40
4.2.3	Analisa Karakteristik Biodiesel	42
4.2.4	Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu.....	57
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran.....	61
	DAFTAR PUSTAKA.....	62
	LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Reaksi Pembentukan Trigliserida	7
2.2 Reaksi Umum Transesterifikasi	11
3.1 Rancangan Alat <i>Packed Bed Reactor</i>	19
3.2 Alat <i>Packed Bed Reactor</i>	19
3.3 Diagram Alir Tahap Aktivasi Resin.....	31
3.4 Diagram Alir Tahap Imobilisasi Enzim	32
3.5 Diagram Alir Tahap <i>Pre-Treatment</i>	33
3.6 Diagram Alir Tahap Netralisasi	34
3.7 Diagram Alir Tahap Transesterifikasi.....	35
4.1 Produk Biodiesel	33
4.2 Grafik Pengaruh Rasio Mol Metanol dan Enzim Lipase (% <i>Yield</i>).....	41
4.3 Grafik Pengaruh Rasio Mol Metanol dan Enzim Lipase (Densitas).....	43
4.4 Grafik Pengaruh Rasio Mol Metanol dan Enzim Lipase (Viskositas).....	44
4.5 Grafik Pengaruh Rasio Mol Metanol dan Enzim Lipase (Angka Iodin)	46
4.6 Grafik Pengaruh Rasio Mol Metanol dan Enzim Lipase (Saponifikasi).....	47
4.7 Grafik Pengaruh Rasio Mol Metanol dan Enzim Lipase (Angka asam).....	49
4.8 Grafik Pengaruh Rasio Mol Metanol dan Enzim Lipase (Angka setana).....	50
4.9 Grafik Pengaruh Rasio Mol Metanol dan Enzim Lipase (Gliserol total).....	52
4.10 Grafik Pengaruh Rasio Mol Metanol dan Enzim Lipase (Titik Nyala)	54
4.11 Grafik Pengaruh Rasio Mol Metanol dan Enzim Lipase (Metil Ester).....	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Karakteristik Minyak Jelantah	6
2.2 Komposisi Senyawa Minyak Jelantah	7
2.3 Kyarat Mutu Biodiesel SNI 7182:2015.....	8
2.4 <i>State Of The Art</i>	15
3.1 Alat yang digunakan pada penelitian	16
3.2 Bahan yang digunakan pada penelitian.....	17
3.3 Variabel Penelitian	18
4.1 Data Analisa Produk Biodiesel Dengan 10 gram Enzim Lipase.....	37
4.2 Data Analisa Produk Biodiesel Dengan 15 gram Enzim Lipase.....	37
4.3 Data Analisa Karakteristik Bahan Baku (Minyak Jelantah)	38
4.4 Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A Data Pengamatan.....	66
B Perhitungan.....	67
C Dokumentasi.....	82
D Surat-Surat.....	88