

SKRIPSI

PENGARUH SIKLUS KATALIS LIPASE TERIMOBILISASI DAN WAKTU REAKSI PADA SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH DALAM *PACKED BED REACTOR*



**Diajukan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah Skripsi
Program Studi Sarjana Terapan (DIV) Teknologi Kimia Industri
Jurusan Teknik Kimia**

Oleh:

Aulia Indah Sari

NPM. 062240422447

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBARAN PENGESAHAN SKRIPSI
PENGARUH SIKLUS KATALIS LIPASE TERIMOBILISASI
DAN WAKTU REAKSI PADA SINTESIS BIODIESEL DARI
MINYAK JELANTAH DALAM *PACKED BED REACTOR*

OLEH:
AULIA INDAH SARI
062240422447

Palembang, Juli 2026

Pembimbing I



Dr. Martha Aznury, M. Si
NUPTK. 9951748649230102

Menyetujui,
Pembimbing II



Akbar Ismi Aziz Pramito, M.T.
NUPTK. 4837771672130452

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Kimia



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

Koordinator Program Studi
DIV Teknologi Kimia Industri



Dr. Yuniar, S.T., M.S.i.
NIP. 197306211999032001



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. Prof Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si
NUPTK. 9451745646231073
2. Dr. Yuniar, S.T., M.Si
NUPTK. 295375165223010
3. Ir. Alsyah Suci Ningsih, M.T.
NUPTK. 5551747648230082
4. Rara Eka Dyla Putri, S.T., M.T
NUPTK. 5459772673230303

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 : Aulia Indah Sari
NPM : 062240422447
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan judul Pengaruh siklus katalis lipase terimobilisasi dan waktu reaksi pada sintesis biodiesel dari minyak jelantah dalam *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.

Palembang, 24 Juni 2026

Penulis,

Pembimbing I,

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

Aulia Indah Sari
NPM. 062240422447

Pembimbing II,

Akbar Ismi Aziz Pramito, M.T.
NUPTK. 4837771672130452



MOTTO

“Allah Memang tidak menjanjikan hidupmu akan selalu mudah, tapi dua kali allah berjanji bahwa Fa inna ma’al- usri yusra, inna ma’al-usri yusra”
(Q.S Al Insyirah 94:4-5)

“it’s fine to fake it until make it, until you do, until it’s true”
(Taylor Swift)

ABSTRAK

PENGARUH SIKLUS KATALIS LIPASE TERIMOBILISASI DAN WAKTU REAKSI PADA SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH DALAM *PACKED BED REACTOR*

(Aulia Indah Sari, 70 Halaman, 9 Tabel, 18 Gambar, 4 Lampiran)

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diproduksi dari minyak jelantah melalui reaksi transesterifikasi. Penggunaan lipase terimobilisasi sebagai katalis menawarkan keunggulan berupa kondisi operasi yang lebih ramah lingkungan serta dapat digunakan kembali, meskipun aktivitas katalis berpotensi menurun akibat penggunaan berulang. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh waktu reaksi dan siklus penggunaan katalis lipase terimobilisasi terhadap sintesis biodiesel dari minyak jelantah dalam *packed bed reactor* serta menentukan kondisi operasi optimum yang menghasilkan biodiesel dengan kualitas terbaik. Variasi yang digunakan meliputi waktu reaksi 3 dan 4 jam serta lima siklus penggunaan katalis. Biodiesel yang dihasilkan dianalisis berdasarkan parameter yield, densitas, viskositas, titik nyala, angka iodium, bilangan saponifikasi, angka setana, angka asam, gliserol total, dan kadar metil ester sesuai SNI 7182:2015. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu reaksi 4 jam menghasilkan biodiesel dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan waktu reaksi 3 jam, ditandai dengan yield dan kadar metil ester yang lebih tinggi serta gliserol total yang lebih rendah. Peningkatan jumlah siklus penggunaan katalis menyebabkan penurunan aktivitas katalis yang ditunjukkan oleh menurunnya yield dan kadar metil ester serta meningkatnya angka asam dan gliserol total. Kondisi optimum diperoleh pada waktu reaksi 4 jam dan siklus penggunaan katalis ke-3 dengan yield 87,10% dan kadar metil ester 97,24%. Seluruh parameter biodiesel yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu biodiesel berdasarkan SNI 7182:2015.

Kata kunci: biodiesel, minyak jelantah, lipase terimobilisasi, *packed bed reactor*, waktu reaksi, siklus katalis.

ABSTRACT

The Effect of Immobilized Lipase Catalyst Reuse Cycles and Reaction Time on Biodiesel Synthesis from Waste Cooking Oil Using a Packed Bed Reactor

(Aulia Indah Sari, 70 Pages, 9 Tables, 18 Figures, 4 Attachment)

Biodiesel is an alternative fuel that can be produced from waste cooking oil through a transesterification reaction. The use of immobilized lipase as a catalyst offers advantages in terms of environmentally friendly operating conditions and reusability, although its catalytic activity may decrease after repeated use. This study aimed to analyze the effects of reaction time and immobilized lipase catalyst reuse cycles on biodiesel synthesis from waste cooking oil in a packed bed reactor and to determine the optimum operating conditions for producing high-quality biodiesel. The experimental variables consisted of reaction times of 3 and 4 hours and five catalyst reuse cycles. The resulting biodiesel was characterized based on yield, density, viscosity, flash point, iodine value, saponification value, cetane number, acid value, total glycerol, and methyl ester content in accordance with SNI 7182:2015. The results showed that a reaction time of 4 hours produced biodiesel with better quality than a reaction time of 3 hours, as indicated by higher yield and methyl ester content as well as lower total glycerol content. An increase in the number of catalyst reuse cycles led to a decline in catalyst activity, which was indicated by decreases in yield and methyl ester content and increases in acid value and total glycerol content. The optimum condition was achieved at a reaction time of 4 hours and the third catalyst reuse cycle, resulting in a biodiesel yield of 87.10% and a methyl ester content of 97.24%. All biodiesel properties complied with the quality requirements specified in SNI 7182:2015.

Keywords: biodiesel, waste cooking oil, immobilized lipase, packed bed reactor, reaction time, catalyst reuse cycles.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Siklus Katalis Lipase Terimobilisasi dan Waktu Reaksi pada Sintesis Biodiesel dari Minyak Jelantah dalam *Packed Bed Reactor*”** dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, sekaligus sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknologi Kimia Industri (S.Tr.T).

Dalam proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa sehingga segala kendala yang dihadapi dapat teratasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd. 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. Yuniar, S.T., M.Si. selaku Koordinator Program Studi Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Dr. Martha Aznury, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah bersedia membimbing selama pelaksanaan penelitian dan pengerjaan laporan Tugas Akhir.
7. Akbar Ismi Aziz Pramito, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah bersedia membimbing selama pelaksanaan penelitian dan pengerjaan laporan Tugas Akhir.
8. Dosen serta staff Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

9. Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta, Mama Parida dan Papa Dedi Arman. Terima kasih atas doa, kasih sayang, pengorbanan, serta dukungan yang tidak pernah putus. Kepercayaan dan kerja keras Mama dan Papa menjadi sumber kekuatan terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan pendidikan dan Tugas Akhir ini. Semoga pencapaian ini dapat menjadi kebanggaan dan kebahagiaan bagi Mama dan Papa.
10. Kepada kakak laki-laki penulis, Arjun King Akbar. Terima kasih atas dukungan, perhatian, dan semangat yang selalu diberikan selama perjalanan ini. Kehadiran kakak menjadi pengingat bahwa keluarga selalu menjadi tempat untuk saling menguatkan dalam setiap keadaan.
11. Untuk Kedua adik perempuanku Frisca Adhalia dan Anggista Latifa, Kalian adalah salah satu alasan mengapa aku terus bertahan ketika keadaan terasa berat. Terima kasih karena selalu menjadi warna dalam hidupku, menjadi sumber tawa di tengah kelelahan, dan menjadi pengingat bahwa aku tidak pernah berjalan sendirian.
12. Untuk teman-teman seperjuanganku dalam penelitian, Zakiyah Cahya Anjani, Bayu Setiawan, Rayhan Leonardi, dan Putri Amanda Septiani terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan yang penuh tantangan, pembelajaran, dan kenangan berharga ini. Terima kasih atas kerja sama, bantuan, dukungan, dan kebersamaan yang telah diberikan selama proses penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga segala pengalaman dan kenangan yang telah dilalui bersama menjadi bekal berharga di masa mendatang.
13. Semua pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas bantuannya dalam penyusunan Tugas Akhir baik berupa doa, saran maupun dukungan.

Palembang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Luaran Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Minyak Jelantah	5
2.2 Biodiesel	6
2.3 Metanol.....	7
2.4 Proses Sintesis Biodiesel	8
2.5 Enzim Lipase	11
2.6 Imobilisasi Enzim Lipase	12
2.7 <i>Packed Bed Reactor</i>	14
2.8 Hubungan Antar Variabel	16
2.9 State of the Art	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	20
3.3.1 Perlakuan Percobaan	20
3.3.2 Rancangan Percobaan.....	20
3.4 Analisa Karakteristik Minyak Jelantah	21
3.4.1 Analisa Kadar Asam Lemak Bebas (ALB)	21
3.4.2 Analisa Kadar Air.....	22
3.4.3 Analisa Zat Pengotor	23
3.5 Prosedur Percobaan	24
3.5.1 Alat <i>Packed Bed Reactor</i> penunjang penelitian	24
3.5.2 Tahap Aktivasi Resin Lewatit MP-64.....	24
3.5.3 Tahap Imobilisasi Enzim Lipase	24
3.5.4 Tahap Sintesa Biodiesel	25
3.6 Analisa Karakteristik Biodiesel.....	26
3.6.1 Analisa %Yield (SNI 7182:2015)	26
3.6.2 Analisa Titik Nyala.....	26
3.6.3 Analisa Densitas (ASTM D 1298)	27
3.6.4 Analisa Viskositas (ASTM D 455).....	27

3.6.5 Analisa Bilangan Iodin (ASTM D 554)	28
3.6.6 Analisa Bilangan Saponifikasi (ASTM 664).....	29
3.6.7 Analisa Bilangan Asam Biodiesel (SNI 7182:2015).....	29
3.6.8 Analisa gliserol Total (SNI 7182:2015)	30
3.6.9 Analisa angka Setana.....	31
3.6.10 Analisa Kadar Metil Ester (SNI 7182:2015).....	31
3.7 Diagram Alir Proses Penelitian	32
3.7.1 Tahap Aktivasi Resin Lewatit MP- 64	32
3.7.2 Tahap Imobilisasi Enzim Lipase	33
3.7.3 Tahap Sintesa Biodiesel	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Penelitian.....	36
4.2 Pembahasan	39
4.2.1 Karakterisasi Minyak Jelantah	39
4.2.2 Analisis Karakteristik Biodiesel	41
4.2.3 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi Terhadap <i>Yield</i>	59
4.2.4 Penentuan Kondisi Optimum Biodiesel	62
4.2.5 Perbandingan Hasil Penelitian Terhadap Penelitian Terdahulu	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Standar Mutu Biodiesel Berdasarkan SNI 7182:2015	7
Tabel 2.2 <i>State Of The Art</i>	18
Tabel 3.1 Alat yang digunakan pada penelitian	19
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan pada penelitian	20
Tabel 3.3 Variabel Penelitian	21
Tabel 4.1 Data Analisa Karakteristik Biodiesel pada Variasi Siklus Katalis Lipase Terimobilisasi (Siklus 1–5) dengan Waktu Reaksi 3 Jam.....	38
Tabel 4.2 Data Analisa Karakteristik Biodiesel pada Variasi Siklus Katalis Lipase Terimobilisasi (Siklus 1–5) dengan Waktu Reaksi 4 Jam.....	38
Tabel 4.3 Karakteristik Minyak Jelantah Sebelum dan Sesudah <i>Pre-Treatment</i> . 39	39
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu.....	66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Reaksi Transesterifikasi Tiga Tahap Trigliserida menjadi Metil Ester dan Gliserol	9
Gambar 2.2 Mekanisme pengikatan lipase pada resin Lewatit MP-64	13
Gambar 3.1 Rancangan Alat <i>Packed Bed Reactor</i>	24
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Aktivasi Resin Anion	32
Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Imobilisasi Enzim Lipase	33
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses <i>Pre-Treatment</i> Minyak Jelantah	33
Gambar 3.6 Diagram Alir Proses Netralisasi	34
Gambar 3.7 Diagram Alir Proses Transesterifikasi.....	35
Gambar 4.1 Produk Biodiesel Hasil Sintesis.....	36
Gambar 4.2 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Densitas	41
Gambar 4.3 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Viskositas Biodiesel	43
Gambar 4.4 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Titik Nyala Biodiesel	45
Gambar 4.5 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Angka Iodine Biodiesel	47
Gambar 4.6 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Bilangan Saponifikasi	49
Gambar 4.7 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Angka Setana.....	51
Gambar 4.8 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Angka Asam	53
Gambar 4.9 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Gliserol Total	55
Gambar 4.10 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Kadar Metil Ester	57
Gambar 4.11 Mekanisme reaksi transesterifikasi minyak jelantah menggunakan lipase terimobilisasi pada resin anion Lewatit MP 64	60
Gambar 4.12 Pengaruh Siklus Katalis dan Waktu Reaksi terhadap Yield Biodiesel	61

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
LAMPIRAN A.....	73
LAMPIRAN B.....	75
LAMPIRAN C.....	89
LAMPIRAN D.....	95