

SKRIPSI

**PENGARUH WAKTU REAKSI TERHADAP KUALITAS
BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN
ENZIM LIPASE (*EVERSA TRANSFORM 2.0*) IMOBILISASI
PADA *PACKED BED REACTOR***



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

OLEH:
PUTRI AMANDA SEPTIANI
0622 4042 2462

POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA
PALEMBANG
2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PENGARUH WAKTU REAKSI TERHADAP KUALITAS
BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN
ENZIM LIPASE (*EVERSA TRANSFORM 2.0*) IMOBILISASI
PADA *PACKED BED REACTOR*

Oleh:

PUTRI AMANDA SEPTIANI
062240422462

Disahkan dan disetujui oleh:

Palembang, 15 Juli 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



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

Dosen Pembimbing II,



Isnandar Yunanto, S.ST., M.T.
NUPTK. 4444770671130292

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

Koordinator Program Studi
D-IV Teknologi Kimia Industri



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

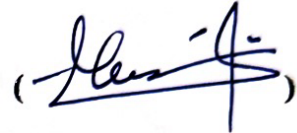


Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Di Program Diploma D-IV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 29 Juni 2026

Tim Penguji:

Tanda Tangan

1. **Prof. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T.**
NUPTK. 5041739640130053

()

2. **Adi Syakdani, S.T., M.T.**
NUPTK. 4743747648130132

()

3. **Dwi Indah Lestari, M. Eng.**
NUPTK. 1550775676230182

()

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 : Putri Amanda Septiani
NPM : 062240422462
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan judul Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Enzim Lipase (*Eversa Transform 2.0*) Imobilisasi Pada *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, 23 Juni 2026

Penulis,

Putri Amanda Septiani
NPM. 062240422462

Pembimbing II,

Isnandar Yunanto, S.ST., M.T.
NUPTK. 4444770671130292



MOTTO

"Diwajibkan atas kamu berperang, padahal itu tidak menyenangkan bagimu.
Tetapi boleh jadi kamu tidak menyukai sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan
boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu buruk bagimu. Allah mengetahui,
sedangkan kamu tidak mengetahui."
(Q.S. Al-Baqarah : 216)

“Tetaplah bertumbuh di sela-sela ketidaksanggupan dan kedagingan dunia yang
hampir mengalahkan perjuanganmu”
-author-

“Terlepas apa yang engkau percayai, tetap takkan ada yang dibawa mati, kembali
ke tanah dan tumbuh cemara, mana saja harta yang lebih berharga?”
-Baskara Putra, Hindia-

"Kemarin sudah berlalu. Hari ini belum pasti. Hari esok belum tiba."
-Yoo Mi Ji, Daily Dose of Sunshine-

ABSTRAK

PENGARUH WAKTU REAKSI TERHADAP KUALITAS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN ENZIM LIPASE (*EVERSA TRANSFORM 2.0*) IMOBILISASI PADA *PACKED BED REACTOR*

(Putri Amanda Septiani, 75 Halaman, 10 Tabel, 22 Gambar, 4 Lampiran)

Minyak jelantah berpotensi menjadi bahan baku biodiesel karena jumlahnya melimpah, harganya murah, dan pemanfaatannya mengurangi limbah rumah tangga maupun industri pangan. Penelitian ini mengkaji pengaruh waktu reaksi terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah menggunakan enzim lipase *Eversa Transform 2.0* yang diimobilisasi pada resin Purolite MB400 dalam *Packed Bed Reactor* (PBR). Transesterifikasi berlangsung pada suhu 40°C, laju alir 0,5 mL/menit, kecepatan pengadukan 400 rpm, dan rasio molar minyak:metanol 1:5, dengan variasi waktu reaksi 1, 3, 5, 7, dan 9 jam serta massa enzim 10 g dan 15 g. Minyak jelantah lebih dulu melewati *pre-treatment* dan netralisasi. Kadar FFA diukur dengan titrasi alkalimetri mengacu SNI 7709:2019, kadar air dengan metode oven terbuka, dan zat pengotor dengan penyaringan gravimetri menghasilkan FFA 0,273%, kadar air 0,1%, dan zat pengotor 0,1%. *Yield* biodiesel meningkat seiring bertambahnya waktu reaksi hingga mencapai 91,27% pada massa enzim 10 g di jam ke-9, namun peningkatan *yield* setelah jam ke-7 relatif kecil. Viskositas diuji dengan viskometer, densitas dengan piknometer, titik nyala dengan *flash point tester*, bilangan iodine dan gliserol total dengan titrasi iodometri, bilangan saponifikasi dan bilangan asam dengan titrasi asam-basa, serta angka setana dengan *cetane analyzer*, mengacu SNI 7182:2015 menghasilkan viskositas 2,60 cSt, densitas 876 kg/m³, titik nyala 192,1°C, bilangan iodine 49,91 g I₂/100 g, bilangan saponifikasi 127,53 mg KOH/g, angka setana 75,7, bilangan asam 0,2244 mg KOH/g, gliserol total 0,1934%, dan kadar metil ester 97,054%. Berdasarkan hasil tersebut, kondisi optimum penelitian diperoleh pada massa enzim 10 g dan waktu reaksi 7 jam, karena peningkatan *yield* setelahnya tidak signifikan dan karakteristik kualitas biodiesel pada kondisi tersebut telah memenuhi standar mutu biodiesel sesuai SNI 7182:2015.

Kata Kunci: Biodiesel, Minyak Jelantah, Transesterifikasi Enzimatik, *Packed Bed Reactor*, FAME

ABSTRACT

THE EFFECT OF REACTION TIME ON THE QUALITY OF BIODIESEL FROM WASTE-COOKED OIL USING LIPASE ENZYME (EVERSA TRANSFORM 2.0) IMMOBILIZATION IN A PACKED BED REACTOR

(Putri Amanda Septiani, 75 Pages, 10 Tables, 22 Figures, 4 Attachment)

Waste cooking oil is a promising biodiesel feedstock because it is abundant, cheap, and its use cuts down household and food-industry waste. This study examines how reaction time affects the quality of biodiesel produced from waste cooking oil using Eversa Transform 2.0 lipase immobilized on Purolite MB400 resin in a Packed Bed Reactor (PBR). Transesterification ran at 40°C, a flow rate of 0.5 mL/min, a stirring speed of 400 rpm, and an oil-to-methanol molar ratio of 1:5, with reaction times of 1, 3, 5, 7, and 9 hours and enzyme loads of 10 g and 15 g. The oil first went through pretreatment and neutralization. FFA content was measured by alkalimetric titration following SNI 7709:2019, moisture by the open-oven method, and impurities by gravimetric filtration, giving an FFA of 0.273%, moisture of 0.1%, and impurities of 0.1%. Biodiesel yield increased with longer reaction time, reaching 91.27% at 10 g enzyme after 9 hours, although the increase beyond 7 hours (90.39%) was relatively small. Viscosity was tested with a viscometer, density with a pycnometer, flash point with a flash point tester, iodine value and total glycerol by iodometric titration, saponification and acid value by acid-base titration, and cetane number with a cetane analyzer, following SNI 7182:2015. This gave a viscosity of 2.60 cSt, density of 876 kg/m³, flash point of 192.1°C, iodine value of 49.91 g I₂/100 g, saponification value of 127.53 mg KOH/g, cetane number of 75.7, acid value of 0.2244 mg KOH/g, total glycerol of 0.1934%, and methyl ester content of 97.054%. Based on these results, the optimum condition was obtained at 10 g enzyme and 7 hours of reaction, since the yield gain beyond this point was insignificant while all quality parameters at this condition met the biodiesel quality standard according to SNI 7182:2015.

Keywords: *Biodiesel, Waste Cooking Oil, Enzymatic Transesterification, Packed Bed Reactor, FAME*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah Menggunakan Enzim Lipase (*Eversa Transform 2.0*) Imobilisasi pada *Packed Bed Reactor*”** ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 April 2026 sampai dengan 21 Juni 2026 di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Diploma IV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penyusunan dan pelaksanaan Skripsi 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 skripsi ini, maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri S, S.Pd., M.Pd., selaku Pembantu 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. Ir. Yuniar, S.T., M.Si., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Dr. Martha Aznury, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I Skripsi yang atas segala waktu, tenaga, kesabaran, serta bimbingan dan arahan yang diberikan dengan penuh keikhlasan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan TA ini.
7. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Skripsi yang telah bersedia membimbing penulis untuk pelaksanaan penelitian , pengerjaan laporan dan mempersembahkan yang terbaik.
8. Segenap Dosen dan Staff Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

9. Ayah, Bunda, Mba Anja, dan Adik Naya yang memberikan segala limpahan kasih sayang, kesabaran, doa yang tak pernah putus, serta dukungan moral dan materi yang diberikan. Skripsi ini merupakan wujud bakti dan persembahan kecil dari Kakak untuk Ayah dan Bunda yang selalu menjadi inspirasi dan motivasi terbesar dalam setiap langkah.
10. Sahabat sejak masa SMA yaitu Waroeng Oma yang selalu memberikan semangat dan dukungan di setiap perjalanan suka maupun duka, baik secara langsung maupun tidak langsung.
11. Adinda Anindita, Nadya Callista Puteri, dan Vita Rahmawati yang telah mendampingi dan selalu menyemangati penulis untuk tidak menyerah serta sedia membantu penulis dalam pembuatan laporan.
12. Aulia Indah Sari, Bayu Setiawan, Muhammad Rayhan Leonardi, dan Zakiyah Cahya Anjani serta seluruh rekan-rekan bimbingan KAPE 2025 yang telah bekerja sama dan berkontribusi selama pelaksanaan penelitian ini baik dalam lelah dan letih selama penelitian.
13. Muhammad Farhan Al-Ghufran yang telah menemani proses ini dengan penuh kesabaran, memberikan ruang untuk bertumbuh, serta tetap hadir di masa-masa yang tidak selalu mudah, karena tanpa disadari dukungannya telah menjadi bagian penting dari selesainya skripsi ini.
14. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini baik itu berupa saran, doa, maupun dukungan, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
15. Diri sendiri, yang telah berjuang hingga sampai di titik ini. Terima kasih karena tetap percaya dan terus melangkah meski lelah dan ragu datang silih berganti. Setiap usaha dan pengorbanan akhirnya membuahkan hasil dan proses itu tidak pernah sia-sia. Tetaplah percaya pada mimpimu, karena ini bukan akhir, melainkan awal dari perjalanan hebat berikutnya.

Palembang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
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 Sintesa Biodiesel.....	8
2.5 Enzim Lipase	10
2.6 Imobilisasi Enzim Lipase dengan Resin Purolite MB400	10
2.7 <i>Packed Bed Reactor</i>	12
2.8 Parameter Kualitas Biodiesel	13
2.8.1 Persentase <i>Yield</i>	13
2.8.2 Viskositas.....	14
2.8.3 Densitas	15
2.8.4 Titik Nyala.....	15
2.8.5 Bilangan Iodine	16
2.8.6 Bilangan Saponifikasi.....	17
2.8.7 Angka Cetane	17
2.8.8 Bilangan Asam	18
2.8.9 Gliserol Total	18
2.8.10 Kadar Metil Ester	19
2.9 <i>State Of The Art</i>	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.2.1 Alat	23
3.2.2 Bahan.....	23
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	24
3.3.1 Perlakuan Percobaan	24
3.3.2 Rancangan Percobaan.....	24
3.4 Analisa Karakteristik Minyak jelantah.....	25
3.4.1 Analisa Kadar <i>Free Fatty Acid</i> (FFA)	25

	Halaman
3.4.2 Analisa Kadar Air	26
3.4.3 Analisa Zat Pengotor	27
3.5 Prosedur Percobaan.....	27
3.5.1 Alat <i>Packed Bed Reactor</i> Penunjang Penelitian.....	27
3.5.2 Tahap Aktivasi Resin.....	29
3.5.3 Tahap Imobilisasi Enzim Lipase	30
3.5.4 Tahap Sintesa Biodiesel.....	30
3.6 Analisa Karakteristik Biodiesel.....	31
3.6.1 Analisa %Yield Biodiesel.....	31
3.6.2 Analisa Viskositas (ASTM D455).....	32
3.6.3 Analisa Densitas (ASTM D1217)	32
3.6.4 Analisa Titik Nyala (ASTM D3828)	32
3.6.5 Analisa Bilangan Iodine (SNI 04-7182).....	33
3.6.6 Analisa Bilangan Saponifikasi (SNI 7182:2015)	34
3.6.7 Analisa Angka Cetane (SNI 7182:2015)	35
3.6.8 Analisa Bilangan Asam Biodiesel (SNI 7182:2015)	35
3.6.9 Analisa Gliserol Total (SNI 7182:2015).....	36
3.6.10 Analisa Kadar Metil Ester (SNI 7182:2015).....	36
3.7 Diagram Alir Proses Penelitian.....	37
3.7.1 Tahapan Aktivasi Resin	37
3.7.2 Tahapan Imobilisasi Enzim Lipase.....	38
3.7.3 Tahapan Sintesa Biodiesel	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Penelitian	41
4.2 Pembahasan.....	43
4.2.1 Karakteristik Bahan Baku Minyak Jelantah	43
4.2.2 Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap %Yield Biodiesel.....	45
4.2.3 Karakteristik Produk Biodiesel	47
4.2.4 Perbandingan Hasil Penelitian terhadap Penelitian Terdahulu..	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Syarat Mutu Minyak Goreng Sawit SNI 7709:2019	5
2.2 Syarat Mutu Biodiesel	7
2.3 Karakteristik Fisik Metanol.....	7
2.4 <i>State Of The Art</i>	21
3.1 Alat Penelitian	23
3.2 Bahan Penelitian.....	23
3.3 Variabel Penelitian.....	25
4.1 Data Analisa Karakteristik Bahan Baku (Minyak Jelantah).....	42
4.2 Data Hasil Analisa dan Perhitungan Produk Biodiesel	42
4.3 Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Reaksi Pembentukan Ester	8
2.2 Reaksi Pembentukan Metil Ester	8
2.3 Imobilisasi enzim dengan metode <i>entrapment</i>	11
2.4 Skematik Alat <i>Packed Bed Reactor</i> untuk Sintesis Biodiesel	12
3.1 Desain Alat <i>Packed Bed Reactor</i>	28
3.2 Alat <i>Packed Bed Reactor</i>	29
3.3 Diagram Alir Tahap Aktivasi Resin	37
3.4 Diagram Alir Tahap Imobilisasi Enzim Lipase	38
3.5 Diagram Alir Proses <i>Pre-Treatment</i> Minyak Jelantah	39
3.6 Diagram Alir Proses Netralisasi Minyak Jelantah	39
3.7 Diagram Alir Proses Transesterifikasi Minyak Jelantah	40
4.1 Produk Biodiesel Hasil Transesterifikasi Minyak Jelantah dengan	41
4.2 Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap % <i>yield</i> biodiesel pada variasi	45
4.3 Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap viskositas biodiesel pada	47
4.4 Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap densitas biodiesel pada	48
4.4 Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap titik nyala biodiesel pada	50
4.6 Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan iodine biodiesel pada	52
4.7 Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap <i>saponification value</i> biodiesel	53
4.8 Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap <i>cetane number</i> biodiesel pada	55
4.9 Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap <i>acid value</i> biodiesel pada	56
4.10 Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap gliserol total biodiesel	57
4.11 Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap kadar metil ester biodiesel	59

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A DATA PENGAMATAN	76
B DATA PERHITUNGAN.....	78
C DOKUMENTASI PENELITIAN	92
D DATA-DATA.....	103