

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### **PENGARUH VARIASI ENZIM LIPASE *AMOBIL* DAN RASIO MOL CPO:METANOL PADA TRANSESTERIFIKASI DI *PACKED BED REACTOR* TANPA ESTERIFIKASI**



Diusulkan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah  
Seminar Proposal Tugas Akhir Program Sarjana Terapa (DIV)  
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri

**OLEH:**

**ELISABETH PUTRI DANIA**  
**0621 4042 2498**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
**PALEMBANG**  
**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

### PENGARUH VARIASI ENZIM LIPASE *AMOBIL* DAN RASIO MOL CPO:METANOL PADA TRANSESTERIFIKASI DI *PACKED BED REACTOR* TANPA ESTERIFIKASI

OLEH:  
ELISABETH PUTRI DANIA  
0621 4042 2498

Palembang, Juli 2025

Menyetujui,  
Pembimbing I

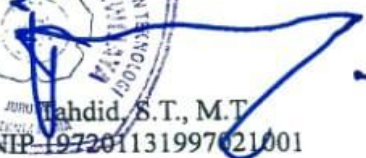
  
Dr. Martha Aznury, M.Si.  
NIP 197006192001122003

Pembimbing II

  
Aneerasari Meidinariasty, B.Eng., M.Si.  
NIP 196605311992012001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



  
Fahdid S.T., M.T.  
NIP 197201131997021001

## **MOTTO**

Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku.  
(Filipi 4:13)

Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman TUHAN, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan. (Yeremia 29:11)

Janganlah takut, sebab Aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab Aku ini Allahmu; Aku akan meneguhkan, bahkan akan menolong engkau; Aku akan memegang engkau dengan tangan kanan-Ku yang membawa kemenangan.  
(Yesaya 41:10)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET 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 di bawah ini:

Nama : Elisabeth Putri Dania  
NIM : 062140422498  
Jurusan : Teknik Kimia

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan Judul Pengaruh Variasi Enzim Lipase *Amobil* Dan Rasio Mol CPO : Metanol Pada Transesterifikasi Di *Packed Bed Reactor* Tanpa Esterifikasi, 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, Juli 2025

Penulis,

Pembimbing I,

(Dr. Martha Aznury, M.Si.)

NIDN. 0019067006

(Elisabeth Putri Dania)

NPM 062140422498

Pembimbing II,

(Anerasari Meidinariasty, B.ENG., M.Si.)

NIDN. 0031056604



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus atas segala kasih dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Variasi Enzim Lipase *Amobil* Dan Rasio Mol CPO : Metanol Pada Transesterifikasi Di *Packed Bed Reactor* Tanpa Esterifikasi”. 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 tuju 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. 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. Anerasari Meidinariasty, B.Eng., M.Si. 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. Kepada kedua orang tua yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, menyemangatkan serta menguatkan, sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Kepada Adella Nur Alifiah, Richard Sean, Manuel yang sudah membantu serta memberikan motivasi.
11. Semua pihak yang telah membantu penyusunan menyelesaikan Tugas Akhir baik berupa saran, doa maupun dukungan.

Palembang, Juli 2025

## ABSTRAK

### PENGARUH VARIASI ENZIM LIPASE *AMOBIL* DAN RASIO MOL CPO:METANOL PADA TRANSESTERIFIKASI DI *PACKED BED REACTOR* TANPA ESTERIFIKASI

---

(Elisabeth Putri Dania, Halaman, Tabel, Gambar, 4 Lampiran)

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang bersifat terbarukan dan ramah lingkungan, dihasilkan dari minyak nabati atau hewani melalui proses fisik dan kimia tertentu. Dalam penelitian ini, bahan baku yang digunakan adalah *Crude Palm Oil* (CPO) dengan penambahan metanol, serta menggunakan enzim lipase Eversa Transform 2.0 sebagai katalis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh variasi massa enzim lipase yang di *amobil* dan rasio mol CPO:Metanol terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan melalui proses transesterifikasi dengan menggunakan reaktor tipe *Packed Bed*. Metode penelitian dimulai dengan proses *degumming*, proses netralisasi dan proses transesterifikasi dengan variasi katalis sebesar 12 gram, 13 gram, 14 gram, 15 gram dan 16 gram, Rasio Mol CPO:Metanol (1:4) dan (1:6), dengan suhu reaksi 40°C, dan waktu reaksi 6 jam. Hasil biodiesel terbaik diperoleh pada rasio mol 1:4 dan massa enzim 15 gram, dengan densitas 875,67 g/cm<sup>3</sup>, viskositas 3,97 mm<sup>2</sup>/s, angka penyabunan 177,65 mg-KOH/g, angka asam 0,32 mg-KOH/g, angka iodin 48,05 g I<sub>2</sub>/100 g, angka setana 66,21, kandungan gliserol total 0,24%, titik nyala 125,1 °C, persen *yield* 90,20%, dan kandungan metil ester sebesar 97,31%. Seluruh parameter yang diuji berada dalam rentang standar SNI 7182:2015, menunjukkan bahwa metode ini efektif untuk menghasilkan biodiesel berkualitas tinggi dari CPO menggunakan katalis enzimatik.

**Kata Kunci :** Biodiesel, *Crude Palm Oil* (CPO), Enzim Lipase Eversa Transform 2.0, Resin Anion, Transesterifikasi.

## ABSTRACT

### ***EFFECT OF VARIATIONS IN AMOBIL LIPASE ENZYME AND THE MOLE RASIO OF CPO:METHANOL ON TRANSESTERIFICATION IN PACKED BED REACTOR WITHOUT ESTERIFIKASI***

---

***(Elisabeth Putri Dania, Pages, Tables, Figures, 4 Attacment)***

---

Biodiesel is an alternative fuel that is renewable and environmentally friendly, produced from vegetable oils or animal fats through specific physical and chemical processes. In this study, Crude Palm Oil (CPO) was used as the raw material, combined with methanol, and utilized Eversa Transform 2.0 lipase enzyme as the catalyst. The objective of this research was to examine the effect of varying the immobilized lipase enzyme mass and the molar ratio of CPO to methanol on the quality of the biodiesel produced through the transesterification process using a Packed Bed Reactor type. The research method began with degumming, followed by neutralization, and then the transesterification process with catalyst variations of 12 grams, 13 grams, 14 grams, 15 grams, and 16 grams, and CPO:Methanol molar ratios of 1:4 and 1:6, at a reaction temperature of 40°C and a reaction time of 6 hours. The best biodiesel product was obtained at a molar ratio of 1:4 and an enzyme mass of 15 grams, with the following properties: density of 875.67 g/cm<sup>3</sup>, viscosity of 3.97 mm<sup>2</sup>/s, saponification value of 177.65 mg-KOH/g, acid value of 0.32 mg-KOH/g, iodine value of 48.05 g I<sub>2</sub>/100 g, cetane number of 66.21, total glycerol content of 0.24%, flash point of 125.1 °C, yield percentage of 90.20%, and methyl ester content of 97.31%. All tested parameters fell within the range of the Indonesian National Standard (SNI) 7182:2015, indicating that this method is effective in producing high-quality biodiesel from CPO using an enzymatic catalyst.

**Keywords:** Biodiesel, Crude Palm Oil (CPO), Eversa Transform 2.0 Lipase Enzyme, Anion Resin, Transesterification.

## DAFTAR ISI

|                                                                             | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                                                  | i       |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                                             | ii      |
| <b>MOTTO</b> .....                                                          | iii     |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                                        | iv      |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                       | v       |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                                 | vi      |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                                     | viii    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                                   | x       |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                                  | xii     |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....                                              | 1       |
| 1.1    Latar Belakang.....                                                  | 1       |
| 1.2    Rumusan Masalah.....                                                 | 4       |
| 1.3    Tujuan Masalah.....                                                  | 4       |
| 1.4    Manfaat Penelitian.....                                              | 4       |
| 1.5    Relevansi.....                                                       | 4       |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                                        | 5       |
| 2.1    Biodiesel.....                                                       | 5       |
| 2.2 <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....                                        | 6       |
| 2.3    Metanol.....                                                         | 7       |
| 2.4    Reaksi Transesterifikasi.....                                        | 7       |
| 2.5    Enzim Lipase.....                                                    | 9       |
| 2.6    Imobilisasi Enzim dengan resin lewatis.....                          | 11      |
| 2.7 <i>Packed Bed Reactor</i> .....                                         | 13      |
| 2.8 <i>State Of The Art</i> .....                                           | 15      |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....                                  | 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.....                                          | 16      |
| 3.3    Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....                               | 17      |
| 3.3.1    Perlakuan percobaan.....                                           | 17      |
| 3.3.2    Rancangan Percobaan.....                                           | 17      |
| 3.4    Prosedur Percobaan.....                                              | 18      |
| 3.4.1    Alat <i>Packed Bed Reactor</i> Penunjang Penelitian.....           | 18      |
| 3.4.2    Tahap Aktivasi Resin Lewatis MP-64 (Hidayatullah, dkk., 2023)..... | 18      |
| 3.4.3    Tahap Imobilisasi Enzim Lipase (Tsabita, dkk., 2025).....          | 19      |
| 3.4.4    Tahap Sintesa Biodiesel.....                                       | 19      |
| 3.5    Analisa Karakteristik <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....               | 20      |
| 3.5.1    Analisa Kadar Asam Lemak Bebas (ALB).....                          | 20      |
| 3.5.2    Analisa Zat Pengotor.....                                          | 21      |

|                                         |                                                                            |           |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6                                     | Analisa Parameter Biodiesel.....                                           | 22        |
| 3.6.1                                   | Analisa Viskositas (ASTM D 445).....                                       | 22        |
| 3.6.2                                   | Analisa Densitas (ASTM D 1298).....                                        | 23        |
| 3.6.3                                   | Analisa %yield (SNI 7182-2015).....                                        | 23        |
| 3.6.4                                   | Analisa Angka <i>Iodine</i> (ASTM D 554).....                              | 24        |
| 3.6.5                                   | Analisa Angka Saponifikasi (ASTM D664).....                                | 24        |
| 3.6.6                                   | Analisa Angka Setana.....                                                  | 25        |
| 3.6.7                                   | Analisa Angka Asam Biodiesel (SNI 7182-2015).....                          | 25        |
| 3.6.8                                   | Analisa Kadar Metil Ester (SNI 7182-2015).....                             | 26        |
| 3.6.9                                   | Analisa Gliserol Total.....                                                | 26        |
| 3.6.10                                  | Analisa Titik Nyala.....                                                   | 27        |
| 3.7                                     | Diagram Alir Prosedur Percobaan.....                                       | 28        |
| 3.7.1                                   | Diagram Alir Aktivasi Resin MP-64.....                                     | 28        |
| 3.7.2                                   | Tahap Imobilisasi Enzim Lipase.....                                        | 29        |
| 3.7.3                                   | Tahap <i>Degumming</i> .....                                               | 30        |
| 3.7.4                                   | Tahap Netralisasi.....                                                     | 30        |
| 3.7.5                                   | Tahap Sintesa Transesterifikasi Biodiesel.....                             | 31        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b> |                                                                            | <b>32</b> |
| 4.1                                     | Hasil Penelitian.....                                                      | 32        |
| 4.2                                     | Pembahasan.....                                                            | 34        |
| 4.2.1                                   | Pengaruh Variasi Katalis Enzim <i>Amobil</i> Terhadap % <i>Yield</i> ..... | 34        |
| 4.2.2                                   | Analisa Karakteristik Minyak <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....              | 34        |
| 4.2.3                                   | Analisa Karakteristik Biodiesel.....                                       | 36        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>  |                                                                            | <b>46</b> |
| 5.1                                     | Kesimpulan.....                                                            | 49        |
| 5.2                                     | Saran.....                                                                 | 49        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>              |                                                                            | <b>50</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>                         |                                                                            |           |
| LAMPIRAN A DATA PENGAMATAN.....         |                                                                            | 55        |
| LAMPIRAN B PERHITUNGAN.....             |                                                                            | 56        |
| LAMPIRAN C DOKUMENTASI.....             |                                                                            | 71        |
| LAMPIRAN D SURAT-SURAT.....             |                                                                            | 77        |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                            |                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Tabel 2. 1 Syarat Mutu Biodiesel SNI 7182-2015 .....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 2. 2 Syarat Mutu Minyak Kelapa Sawit Mentah .....                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 2. 3 Tabel State Of The Art .....                                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 3. 1 Alat yang digunakan pada penelitian .....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan .....                                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 3. 3 Variabel Penelitian .....                                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 1 Data Analisa Karakteristik Biodiesel Dengan Rasio Mol CPO : Metanol (1:4) ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 2 Data Analisa Karakteristik Biodiesel Dengan Rasio Mol CPO : Metanol (1:6) ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 3 Tabel Analisa Karakteristik Minyak Crude Palm Oil                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 4 Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu .....                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                               |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Gambar 2. 1 Reaksi Pembentukan Trigliserida pada Minyak Kelapa Sawit                          | Error!                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>                                                                  |                              |
| Gambar 2. 2 Reaksi dasar dari Transesterifikasi .....                                         | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 1 Rancangan Alat Packed Bed Reactor ..                                              | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir Aktivasi Resin .....                                                 | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 3 Diagram Alir Imobilisasi Enzim .....                                              | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 4 Diagram Alir Tahap Degumming .....                                                | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 5 Diagram Alir Tahap Netralisasi .....                                              | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 6 Diagram Alir Tahap Transesterifikasi .....                                        | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 1 Produk Biodiesel.....                                                             | 33                           |
| Gambar 4. 2 Pengaruh Variasi Massa Katalis pada Rasio 1:4 dan 1:6 terhadap Yield.....         | 35                           |
| Gambar 4. 3 Pengaruh Jumlah Katalis dan Rasio Metanol terhadap Densitas Produk Biodiesel..... | 38                           |
| Gambar 4. 4 Pengaruh Jumlah Katalis dan Rasio Metanol terhadap Nilai Viskositas.....          | 39                           |
| Gambar 4. 5 Pengaruh Jumlah Katalis dan Rasio Metanol Terhadap Angka Saponifikasi.....        | 40                           |
| Gambar 4. 6 Pengaruh Jumlah Katalis dan Rasio Metanol Terhadap Angka Asam .....               | 41                           |
| Gambar 4. 7 Pengaruh Jumlah Katalis dan Rasio Metanol Terhadap Angka <i>Iodine</i> .....      | 42                           |
| Gambar 4. 8 Pengaruh Jumlah Katalis dan Rasio Metanol Terhadap Gliserol Total .....           | 43                           |
| Gambar 4. 9 Pengaruh Jumlah Katalis dan Rasio Metanol Terhadap Angka Setana .....             | 44                           |
| Gambar 4. 10 Pengaruh Jumlah Katalis dan Rasio Metanol Terhadap Titik Nyala .....             | 45                           |
| Gambar 4. 11 Pengaruh Jumlah Katalis dan Rasio Metanol Terhadap Metil Ester .....             | 46                           |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| LAMPIRAN A. DATA PENGAMATAN..... | 55 |
| LAMPIRAN B. PERHITUNGAN.....     | 56 |
| LAMPIRAN C. DOKUMENTASI.....     | 71 |
| LAMPIRAN D. SURAT-SURAT.....     | 77 |