



**UNIVERSITAS PERTAHANAN RI**

**OPTIMALISASI *CRUDE PALM OIL* (CPO) SEBAGAI SEDIAAN  
BIODIESEL BERBASIS KATALIS HIDROTALISIT Mg/Al  
MELALUI METODE INTERESTERIFIKASI**

**ARDINE KUSUMA NISMARAWATI NIM 320210303005**

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam  
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER  
PROGRAM STUDI KIMIA  
BOGOR, 2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Ardine Kusuma Nismarawati  
NIM : 320210303005  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Alam Militer  
Judul Skripsi : Optimalisasi *Crude palm oil* (CPO) Sebagai  
Sediaan Biodiesel Berbasis Katalis Hidrotalsit  
Mg/Al Melalui Metode Interesterifikasi

Dosen Pembimbing I,



Azimatur Rahmi, S.Si., M.Si.

NIP.198512292024212017

Tanggal : 08 AUG 2025

Dosen Pembimbing II,



Dr. Dewi Anggraini Septaningsih, M.Si.

NIDN. 897760023

Tanggal : 08 AUG 2025

Mengetahui,

Kepala

Program Studi Kimia,



Dr. Gunaryo, S.T., M.T.

Kolonel Tek NRP. 524384

Tanggal : 11 AUG 2025

Dekan

Fakultas MIPA Militer,



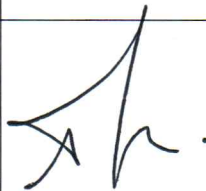
Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si

Pembina Utama Muda IV/c

Tanggal : 12 AUG 2025

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Ardine Kusuma Nismarawati  
NIM : 320210303005  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Alam Militer  
Judul Skripsi : Optimalisasi *Crude palm oil* (CPO) Sebagai  
Sediaan Biodiesel Berbasis Katalis Hidrotalsit  
Mg/Al Melalui Metode Interesterifikasi

| No | Nama                                                                              | Tanda Tangan                                                                         | Tanggal     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1  | Dosen Pembimbing I:<br><br>Azimatur Rahmi, S.Si., M.Si.<br>NIP.198512292024212017 |  | 08 AUG 2025 |
| 2  | Dosen Pembimbing II:<br><br>Dr. Dewi Anggraini S., M.Si.<br>NIDN. 897760023       |  | 08 AUG 2025 |
| 3  | Dosen Penguji I:<br><br>Mentari Zikri Anty, M.Si.<br>NIP. 8987890024              |  | 08 AUG 2025 |
| 4  | Dosen Penguji II:<br><br>Minandre Wiratama, S.Si., M.Sc.<br>NIDN. 8997890024      |  | 08 AUG 2025 |

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, Juli 2025



Ardine Kusuma Nismarawati

## LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia,  
saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ardine Kusuma Nismarawati  
NIM : 320210303005  
Program Studi : Sarjana Sains  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer  
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan  
kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti  
Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya  
yang berjudul:

**Optimalisasi *Crude palm oil* (CPO) Sebagai Sediaan Biodiesel  
Berdasarkan Katalis Hidrotalsit Mg/Al Melalui Metode Interesterifikasi**  
berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti  
Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak  
menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk  
pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya  
selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan  
sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor  
Pada Tanggal : 24 Juli 2025  
Yang menyatakan



Ardine Kusuma Nismarawati  
NIM.320210303005

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimalisasi *Crude palm oil* (CPO) Sebagai Sediaan Biodiesel Berbasis Katalis Hidrotalsit Mg/Al Melalui Metode Interesterifikasi” tepat pada waktunya. Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah untuk melengkapi persyaratan akademik yang harus dipenuhi agar penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia. Penyelesaian skripsi ini tentunya dapat terselesaikan karena adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Kepala Program Studi Kimia, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan studi serta penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas perhatian dan dukungan yang terus-menerus, sehingga penulis dapat menjalani proses akademik dengan lancar serta memperoleh pengalaman dan pengetahuan yang sangat berharga selama masa studi
2. Dosen Pembimbing Ibu Azimatur Rahmi, S.Si., M.Si. dan Ibu Dr. Dewi Anggraini Septaningsih, M.Si. yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran serta memberikan masukan yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh jajaran dosen, serta staff Program Studi Kimia yang selalu memberikan dukungan akademik maupun administratif. Terima kasih atas ilmu, waktu, dan fasilitas yang telah diberikan selama masa studi ini.
4. Orang tua tercinta yang selalu mendukung secara moril dan materil, serta senantiasa mendoakan penulis dalam setiap langkah. Kasih sayang dan pengorbanan yang diberikan tak akan pernah tergantikan, dan penulis tidak akan mampu mencapai titik ini tanpa dukungan yang tiada henti.

5. Rekan-rekan tim biodiesel yang turut membantu serta bekerja sama dalam kegiatan penelitian dan pengembangan biodiesel hingga saat ini. Terima kasih atas kolaborasi yang penuh semangat, ide-ide kreatif, dan kerja sama yang sangat membantu kelancaran penelitian ini.
6. Teman-teman Program Studi Kimia, yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan dalam menghadapi setiap tantangan selama masa perkuliahan dan proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas setiap tawa, dukungan, dan kerja sama yang sangat berarti.
7. Olla, Odey, dan Ajis yang selalu hadir di tengah kesibukan, menemani di saat-saat sulit, dan tak pernah lelah memberikan semangat. Kebersamaan kalian sangat berarti dan menjadi pelipur dalam proses panjang ini.
8. Odi dan Nida, sahabat sejak SMA yang terus ada sampai hari ini. Terima kasih atas dukungan tanpa henti, tawa yang selalu dibagikan, dan kesediaan kalian menemani di setiap langkah.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyusunan skripsi ini. Segala dukungan yang diberikan sangat penulis hargai dan syukuri.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memerlukan penyempurnaan, sehingga saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Bogor, Juli 2025

Ardine Kusuma Nismarawati

## ABSTRAK

### OPTIMALISASI *CRUDE PALM OIL* (CPO) SEBAGAI SEDIAAN BIODIESEL BERBASIS KATALIS HIDROTALSIT Mg/Al MELALUI METODE INTERESTERIFIKASI

Pengembangan biodiesel dari minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil*/CPO) menjadi salah satu solusi strategis dalam menghadapi embargo CPO oleh Uni Eropa, sekaligus sebagai upaya pemanfaatan cadangan CPO yang melimpah di Indonesia. Selain itu, biodiesel dari CPO bersifat ramah lingkungan dan berpotensi menjadi bahan bakar alternatif yang berkelanjutan. Pada penelitian ini digunakan metode interesterifikasi dengan metil asetat sebagai reaktan agar tidak menghasilkan gliserol sebagai produk samping, serta menggunakan katalis heterogen berupa hidrotalsit Mg/Al. Karakterisasi menggunakan XRD dan FTIR membuktikan bahwa katalis yang disintesis memiliki struktur khas dari hidrotalsit. Variasi rasio molar CPO terhadap metil asetat yang digunakan yaitu 1:6, 1:9, 1:12, dan 1:15. Rasio terbaik berdasarkan hasil uji tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan GC-MS untuk mengidentifikasi senyawa metil ester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio molar 1:12 merupakan kondisi paling optimal, dengan nilai viskositas, bilangan iodin, dan kadar FFA yang memenuhi standar SNI. Hasil GC-MS pada rasio ini juga menunjukkan keberadaan senyawa metil ester stearate, linoleate, myristate, dan oleat

**Kata kunci:** Biodiesel, *Crude Palm Oil*, Interesterifikasi, Hidrotalsit Mg/Al, Metil Asetat

## ABSTRACT

### **OPTIMIZATION OF CRUDE PALM OIL (CPO) AS BIODIESEL USING Mg/Al HYDROTALCITE CATALYST THROUGH INTERESTERIFICATION METHOD**

*The development of biodiesel from crude palm oil (CPO) is one of the strategic solutions to address the CPO embargo imposed by the European Union, as well as an effort to utilize Indonesia's abundant CPO reserves. In addition, biodiesel derived from CPO is environmentally friendly and has the potential to become a sustainable alternative fuel. This study employed the interesterification method using methyl acetate as the reactant to avoid glycerol formation as a by-product, along with a heterogeneous catalyst in the form of Mg/Al hydrotalcite. Characterization using XRD and FTIR confirmed that the synthesized catalyst possesses the typical structure of hydrotalcite. The molar ratios of CPO to methyl acetate used in the reaction were 1:6, 1:9, 1:12, and 1:15. The most effective ratio based on physicochemical tests was further analyzed using GC-MS to identify methyl ester compounds. The results showed that the 1:12 molar ratio was the most optimal condition, with viscosity, iodine value, and FFA content meeting the SNI standard. GC-MS analysis at this ratio also revealed the presence of methyl esters such as methyl stearate, linoleate, myristate, and oleate.*

**Keywords:** Biodiesel, Crude Palm Oil, Interesterification, Hydrotalcite Mg/Al, Methyl Acetate

## DAFTAR ISI

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI .....                  | ii   |
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....                   | iii  |
| PERNYATAAN ORISINALITAS .....                     | iv   |
| LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI .....                | v    |
| KATA PENGANTAR .....                              | vi   |
| ABSTRAK .....                                     | viii |
| ABSTRACT .....                                    | ix   |
| DAFTAR ISI .....                                  | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                               | xiii |
| DAFTAR TABEL .....                                | xiv  |
| DAFTAR SINGKATAN .....                            | xv   |
| BAB I PENDAHULUAN .....                           | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                          | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                         | 4    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                       | 4    |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                      | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                     | 6    |
| 2.1 Landasan teori .....                          | 6    |
| 2.1.1 <i>Crude palm oil</i> (CPO) .....           | 6    |
| 2.1.2 Biodiesel .....                             | 7    |
| 2.1.3 <i>Degumming</i> dan <i>Bleaching</i> ..... | 9    |
| 2.1.4 Hidrotalsit Mg/Al .....                     | 10   |
| 2.1.5 Interesterifikasi .....                     | 11   |
| 2.2 Hasil Penelitian Terdahulu .....              | 13   |

|                                   |                                                                           |    |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3                               | Kerangka Berpikir .....                                                   | 16 |
| 2.3.1                             | Kerangka berpikir I .....                                                 | 16 |
| 2.3.2                             | Kerangka berpikir II .....                                                | 17 |
| 2.4                               | Hipotesis .....                                                           | 18 |
| 2.4.1                             | Hipotesis I .....                                                         | 18 |
| 2.4.2                             | Hipotesis II .....                                                        | 19 |
| BAB III METODE PENELITIAN .....   |                                                                           | 20 |
| 3.1                               | Metode dan Desain Penelitian .....                                        | 20 |
| 3.2                               | Tempat dan Waktu Penelitian .....                                         | 21 |
| 3.3                               | Alat dan Bahan .....                                                      | 23 |
| 3.3.1                             | Alat .....                                                                | 23 |
| 3.3.2                             | Bahan .....                                                               | 23 |
| 3.4                               | Prosedur Penelitian .....                                                 | 23 |
| 3.4.1                             | Tahap pemurnian CPO .....                                                 | 23 |
| 3.4.2                             | Tahap Pembuatan Katalis .....                                             | 24 |
| 3.4.3                             | Tahap Interesterifikasi .....                                             | 24 |
| 3.5                               | Metode Analisis .....                                                     | 25 |
| 3.5.1                             | Tahap Analisis karakter CPO .....                                         | 25 |
| 3.5.2                             | Analisis Hidrotalsit .....                                                | 26 |
| 3.5.3                             | Analisis Biodiesel .....                                                  | 27 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |                                                                           | 31 |
| 4.1                               | Pemurnian <i>Crude Palm Oil</i> .....                                     | 31 |
| 4.2                               | Sintesis Katalis Hidrotalsit Mg/Al .....                                  | 33 |
| 4.2.1                             | Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR) ..... | 35 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1 Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (X-RD) ..... | 37 |
| 4.3 Biodiesel .....                                       | 40 |
| 4.3.1 Densitas .....                                      | 42 |
| 4.3.2 Viskositas .....                                    | 44 |
| 4.3.3 Bilangan Iodin .....                                | 46 |
| 4.3.4 Angka Asam .....                                    | 48 |
| 4.3.5 GC-MS .....                                         | 50 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....                          | 55 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                      | 55 |
| 5.2 Saran .....                                           | 56 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                      | 57 |
| LAMPIRAN .....                                            | 65 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Diagram Skema Struktur Berlapis dari Mg/Al.....                                                                                                                               | 10 |
| Gambar 2. 2 Reaksi Interesterifikasi Minyak Nabati Melalui Rute Reaksi<br>Non Alkohol .....                                                                                               | 12 |
| Gambar 2. 3 Bagan Kerangka Berpikir .....                                                                                                                                                 | 18 |
| Gambar 3. 1 Bagan Desain Penelitian dan Metode .....                                                                                                                                      | 21 |
| Gambar 4. 1 Perbedaan Warna Sebelum dan Sesudah pemurnian .....                                                                                                                           | 31 |
| Gambar 4. 2 Hasil Sintesis Hidrotalsit Mg/Al .....                                                                                                                                        | 34 |
| Gambar 4. 3 Spektrum Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)<br>Hidrotalsit Mg/Al.....                                                                                             | 35 |
| Gambar 4. 4 Difraktogram X-Ray Diffraction (XRD) Hidrotalsit Mg/Al.....                                                                                                                   | 37 |
| Gambar 4. 5 Mekanisme Reaksi Interesterifikasi antara CPO dan Metil<br>Asetat dengan Katalis Hidrotalsit Mg/Al.....                                                                       | 41 |
| Gambar 4. 6 Grafik Densitas Biodiesel pada Suhu 40°C. Garis merah<br>menunjukkan batas standar densitas biodiesel sesuai SNI<br>7182:2015 (850-890 kg/m <sup>3</sup> ) .....              | 42 |
| Gambar 4. 7 Grafik Viskositas Kinematika Biodiesel pada Suhu 40°C.<br>Garis merah menunjukkan batas standar viskositas biodiesel<br>sesuai SNI 7182:2015 (2.3-6 mm <sup>2</sup> /s) ..... | 45 |
| Gambar 4. 8 Grafik Bilangan Iodin Biodiesel. Garis merah menunjukan<br>batas maksimum Biodiesel sesuai dengan standar SNI<br>7182:2015 (<115 g-I <sub>2</sub> /100 g).....                | 47 |
| Gambar 4. 9 Grafik Angka Asam Biodiesel. Garis merah menunjukan batas<br>maksimum Biodiesel sesuai dengan standar SNI 7182:2015<br>yaitu >0.5 mg-KOH/g .....                              | 49 |
| Gambar 4. 10 Spektrum massa methyl oleate .....                                                                                                                                           | 52 |
| Gambar 4. 11 Mekanisme Fragmentasi Methyl Oleate .....                                                                                                                                    | 53 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Syarat Mutu CPO dalam SNI 01- 2901-2006 .....                                                                                         | 6  |
| Tabel 2. 2 Kandungan Triglicerida dalam <i>Crude Palm Oli</i> (CPO).....                                                                         | 7  |
| Tabel 2. 3 Sifat Fisikokimia Biodiesel Sesuai SNI 718:2015 .....                                                                                 | 8  |
| Tabel 2. 4 Hasil Penelitian Terdahulu. ....                                                                                                      | 13 |
| Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....                                                                                                                | 22 |
| Tabel 4. 1 Perubahan Kadar Air dan FFA dari CPO Sebelum dan Sesudah<br>Proses Degumming-Bleaching .....                                          | 32 |
| Tabel 4. 2 Daerah Serapan Bilangan Gelombang.....                                                                                                | 36 |
| Tabel 4. 3 Berbagai puncak 2 $\theta$ Hidrotalsit Mg/Al.....                                                                                     | 38 |
| Tabel 4. 4 Identifikasi senyawa metil ester hasil analisis GC-MS pada reaksi<br>transesterifikasi CPO dengan metil asetat (rasio molar 1:12). 51 |    |

## DAFTAR SINGKATAN



|        |                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------|
| Al     | = Aluminium                                                        |
| B35    | = Biodiesel campuran 35% (Biodiesel 35% dan 65% bahan bakar fosil) |
| B50    | = Biodiesel campuran 50% (Biodiesel 50% dan 50% bahan bakar fosil) |
| BPDPKS | = Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit                     |
| CPO    | = Crude Palm Oil                                                   |
| FFA    | = Free Fatty Acid                                                  |
| FTIR   | = Fourier Transform Infrared Spectroscopy                          |
| GC-MS  | = Gas Chromatography-Mass Spectrometry                             |
| HT     | = Hydrotalcite                                                     |
| JCPDS  | = Joint Committee on Powder Diffraction Standards                  |
| LDH    | = Layered Double Hydroxide                                         |
| Mg     | = Magnesium                                                        |
| SD     | = Standard Deviation                                               |
| SNI    | = Standar Nasional Indonesia                                       |
| X-RD   | = X-Ray Diffraction                                                |