

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**PENINGKATAN KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK
JELANTAH MENGGUNAKAN KATALIS CaO MODIFIKASI DENGAN
TWO STAGE PROCESSES PADA *MICROWAVE HEATING SYSTEM***



DISUSUN OLEH :

IKA YULIANA WATI

21031010003

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2026**

**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
"ANALISIS EFISIENSI PROSES DARI PERHITUNGAN NERACA
MASSA ALAT SUSPENSION PRE-HEATER, ROTARY KILN DAN
CLINKER COOLER UNTIT KERJA RKC 4"**

**PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) Tbk. PABRIK TUBAN
SECTION OF RKC 4 OPERATION**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Kimia**



Disusun Oleh :

Ika Yuliana Wati 21031010003

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA**

2025

LAPORAN HASIL PENELITIAN
"Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah
Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan Two Stage
Processes Pada Microwave Heating System"

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

"PENINGKATAN KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK
JELANTAH MENGGUNAKAN KATALIS CaO MODIFIKASI DENGAN
TWO STAGE PROCESSES PADA MICROWAVE HEATING SYSTEM"

DISUSUN OLEH :
IKA YULIANA WATI
NPM. 21031010003

Telah dipertahankan, dihadapkan, dan diterima oleh Tim Penguji

Pada tanggal : 8 Januari 2026

Dosen Penguji :

Dosen Pembimbing :

1.

Prof. Dr. T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, M.T.

Dr. T. Ir. Susilowati, M.T.

NIP. 19661130 199203 2 001

NIP. 19621120 199103 2 001

2.

Ir. Suprihatin, M.T.

NIP. 19630508 199203 2 001

2.

Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T.

NIP. 19880225 202012 2 008

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik & Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

LAPORAN HASIL PENELITIAN
Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah
Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan Two Stage
Processes Pada Microwave Heating System

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

"PENINGKATAN KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK
JELANTAH MENGGUNAKAN KATALIS CaO MODIFIKASI DENGAN
TWO STAGE PROCESSES PADA MICROWAVE HEATING SYSTEM"

DISUSUN OLEH :

IKA YULIANA WATI

NPM. 21031010003

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Desen Pembimbing Penelitian

Dosen Pembimbing 1 :

Dosen Pembimbing 2 :

Dr. T. Ir. Susilowati, M.T.

NIP. 19621120 199103 2 001

Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T.

NIP. 19380225 202012 2 008

Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik & Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



SURAT PENYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ika Yuliana Wati
NPM : 21031010003
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiarisme. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 8 Januari 2026

Yang membuat Pernyataan



Ika Yuliana Wati

NPM.21031010003



LAPORAN HASIL PENELITIAN
"Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah
Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan *Two Stage Processes* Pada *Microwave Heating System*"

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : 1. Ika Yuliana Wati

NPM. 21031010003

2. Rosavinda Nurfauziah

NPM. 21031010006

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/~~tidak ada revisi~~*) ~~Proposal/Skripsi/Kerja Praktek~~, dengan
Judul :

**"PENINGKATAN KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK
JELANTAH MENGGUNAKAN KATALIS CaO MODIFIKASI DENGAN
TWO STAGE PROCESSES PADA *MICROWAVE HEATING SYSTEM*"**

Surabaya, 8 Januari 2026

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, M.T.
NIP. 19661130 199203 2 001

2. Ir. Suprihatin, M.T.
NIP. 19630508 199203 2 001

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing 1 :

Dr. T. Ir. Susilowati, M.T.
NIP. 19621120 199103 2 001

Dosen Pembimbing 2 :

Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T.
NIP. 19880225 202012 2 008



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan *Two Stage Processes* Pada *Microwave Heating System*”

KATA PENGANTAR

Mengucap syukur kepada Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan *Two Stage Processes* Pada *Microwave Heating System*”**. Penelitian ini merupakan salah satu tugas akhir yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penyusunan laporan hasil penelitian ini penulis juga mendapat bantuan dari berbagai pihak baik secara moril maupun secara materiil. Oleh karena itu, penulis sangat berterima kasih khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Shinta Soraya Santi, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr. T. Ir. Susilowati, M.T. selaku dosen pembimbing penelitian.
4. Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing penelitian.
5. Prof. Dr. T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, M.T. selaku dosen penguji dalam penelitian
6. Ir. Suprihatin, M.T. selaku dosen penguji dalam penelitian ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa yang memberikan dukungan dalam penyusunan Laporan Hasil Penelitian ini.

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan pada penyusunan Laporan Hasil Penelitian ini. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, penyusun mohon maaf kepada semua pihak apabila dalam penyusunan Laporan Hasil Penelitian ini masih banyak kekurangan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kami khususnya dan bagi seluruh mahasiswa Teknik Kimia.

Surabaya, 8 Januari 2026
Penulis



LAPORAN HASIL PENELITIAN
“Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah
Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan *Two Stage*
Processes Pada *Microwave Heating System*”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PENYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
KETERANGAN REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Tujuan Penelitian.....	3
I.3. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Teori Umum.....	4
II. 1.1 Biodiesel	4
II. 1.2 Minyak Jelantah.....	6
II. 1.3 Katalis	7
II.1.4 Microwave	7
II.2 Landasan Teori	8
II.2.1 Esterifikasi.....	8
II.2.2 CaO Modifikasi	9
II.2.3 Adsorbsi	9



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan *Two Stage Processes* Pada *Microwave Heating System*”

II.2.4 Transesterifikasi.....	9
II.2.5 Microwave Assissted Synthesis.....	10
II.2.6 Uji XRF	11
II.2.7 Uji GC-MS	11
II.2.8 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Proses Transesterifikasi.....	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	13
III.1 Bahan	13
III.2 Alat.....	13
III.2.1 Rangkaian Alat Transesterifikasi.....	13
III.3 Kondisi.....	14
III.4 Prosedur Penelitian	14
III.5 Diagram Alir Proses.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
IV.1 Hasil Penelitian.....	20
IV.2. Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	20
IV.2.1 Hasil dan Pembahasan Analisa Kualitas Minyak Jelantah Awal.....	20
IV.2.2 Hasil dan Pembahasan Modifikasi CaO dengan Ammonium Karbonat	21
IV.2.3 Hasil dan Pembahasan Esterifikasi Minyak Jelantah	23
IV.2.4 Hasil dan Pembahasan Densitas Biodiesel	23
IV.2.5 Hasil dan Pembahasan Viskositas Biodiesel	25
IV.2.6 Hasil dan Pembahasan Yield Biodiesel	26
IV.2.7 Hasil dan Pembahasan Nilai Kalor Biodiesel.....	28
IV.2.7 Hasil dan Pembahasan Uji GCMS	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	30



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan *Two Stage Processes* Pada *Microwave Heating System*”

V.1 Kesimpulan	30
V.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
APPENDIKS	35
LAMPIRAN	41



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan *Two Stage Processes* Pada *Microwave Heating System*”

DAFTAR TABEL

Tabel II 1 SNI Biodiesel nomor 7182:2015	4
Tabel II 2 Komposisi asam lemak bebas pada minyak jelantah.....	6
Tabel IV. 1 Analisa Kualitas Minyak Jelantah	20
Tabel IV. 2 Hasil Analisa XRF CaO sebelum Modifikasi.....	21
Tabel IV. 3 Hasil Analisa XRF CaO setelah Modifikasi dengan Ammonium Karbonat.....	22
Tabel IV. 4 Analisa Kualitas Minyak Jelantah Setelah Esterifikasi	23
Tabel IV. 5 Hasil Analisa Densitas Biodiesel.....	24
Tabel IV. 6 Hasil Analisa Viskositas Biodiesel	25
Tabel IV. 7 Hasil Analisa Yield Biodiesel	26
Tabel IV. 8 Hasil Analisa Nilai Kalor Biodiesel.....	28



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan *Two Stage Processes* Pada *Microwave Heating System*”

DAFTAR GAMBAR

Gambar II 1 Reaksi Esterifikasi	8
Gambar II 2 Reaksi Transesterifikasi	10
Gambar III 1 Rangkaian Alat Transesterifikasi.....	13
Gambar III 2 Diagram Alir Modifikasi Katalis CaO dengan Ammonium Karbonat	16
Gambar III 3 Diagram Alir Preparasi Minyak Jelantah	17
Gambar III 4 Diagram Alir Proses Esterifikasi Biodiesel.....	18
Gambar IV. 1 Grafik Hasil Uji XRF CaO Murni	21
Gambar IV. 2 Grafik Hasil Uji XRF CaO Modifikasi Ammonium Karbonat.....	22
Gambar IV. 3 Grafik Perbandingan Waktu terhadap Densitas Biodiesel dengan variasi % berat katalis	24
Gambar IV. 4 Grafik Perbandingan Waktu terhadap Viskositas Biodiesel dengan Variasi % berat katalis.....	25
Gambar IV. 5 Grafik Perbandingan Waktu terhadap Yield Biodiesel dengan Variasi % berat katalis	27
Gambar IV. 6 Grafik Uji GCMS Biodiesel	28



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Peningkatan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO Modifikasi Dengan *Two Stage Processes* Pada *Microwave Heating System*”

INTISARI

Konsumsi solar di Indonesia pada tahun 2021 sebanyak 1,59 juta kilo liter, meningkat 80,86% dari tahun 2020 sebanyak 877.000 kilo liter. Hal ini menyebabkan bahan bakar fosil memiliki cadangan yang semakin menipis. Biodiesel dapat menjadi solusi karena telah diklasifikasikan sebagai kandidat sumber energi terbarukan. Biodiesel dapat dibuat dengan memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan baku, karena Indonesia memiliki potensi limbah minyak jelantah sebesar 1,64 miliar liter per tahunnya. Minyak jelantah memiliki kadar FFA tinggi diatas 2% maka pembuatan Biodiesel dapat dilakukan dengan metode *two stage processes* yaitu proses esterifikasi dan transesterifikasi.

Esterifikasi Biodiesel digunakan untuk menurunkan kandungan FFA pada minyak jelantah dengan mengkonversi asam lemak bebas menjadi metil ester. Pada proses transesterifikasi akan mengkonversi trigliserida menjadi biodiesel. Proses transesterifikasi memerlukan katalis untuk mempercepat reaksinya. Katalis CaO modifikasi dapat digunakan sebagai pilihan pada proses transesterifikasi untuk meningkatkan karakteristik biodiesel. Sistem pemanas alternatif yang dapat dipakai pada transesterifikasi yaitu pemanasan microwave menggunakan gelombang radio karena termasuk pemanasan cepat, selektif/terlokalisasi, kontrol mudah, kehilangan pemanasan kecil, dan hemat waktu.

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan karakteristik Biodiesel menggunakan minyak jelantah dan katalis CaO modifikasi dengan pemanasan Microwave. Penelitian ini dilakukan dengan variasi waktu Transesterifikasi 2, 4, 6, 8, dan 10 menit serta variasi konsentrasi katalis CaO 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Dilakukan uji GCMS Biodiesel setelah dilakukan pretreatment dan diperoleh hasil kadar Metil Ester sebesar 97,71%. Pada kondisi konsentrasi Katalis 4% dan waktu 6 menit diperoleh nilai karakteristik Biodiesel sesuai dengan SNI 7182:2015 dari segi Densitas, Viskositas, Yield, dan Nilai Kalor Biodiesel.

Kata Kunci : Biodiesel, Minyak Jelantah, CaO Modifikasi, Esterifikasi, Transesterifikasi, *Microwave heating system*