

SKRIPSI

***MICROWAVE ASSISTED-ALKALINE (NaOH) PRETREATMENT* TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DALAM PENINGKATAN PRODUKSI
BIOETANOL GENERASI KEDUA**



**Diajukan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah Skripsi
Program Studi Diploma IV Teknik Energi
Jurusan Teknik Kimia**

OLEH :

**RAYNA CATULISTI
0621 4041 2423**

POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA

PALEMBANG

2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**MICROWAVE ASSISTED-ALKALINE (NaOH) PRETREATMENT
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)
DALAM PENINGKATAN PRODUKSI BIOETANOL GENERASI KEDUA**

OLEH :

RAYNA CATULISTI

0621 4041 2423

Palembang, Juli 2025

**Menyetujui,
Pembimbing I**



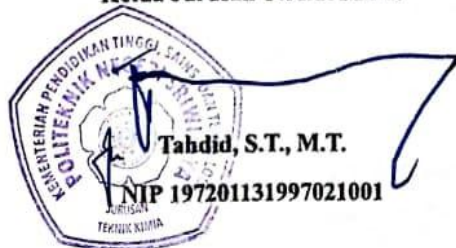
**Rima Daniar, S.ST., M.T.
NIDN 2022029201**

**Menyetujui,
Pembimbing II**



**Nurul Kholidah, S.ST., M.T.
NIDN 2024119201**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**



Tahdid, S.T., M.T.

NIP 197201131997021001



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.

**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada tanggal 23 Juli 2025**

Tim Penguji :

Tanda Tangan

1. Prof. Dr. Ir Yohandri Bow, S.T.,
M.S NIDN. 0023107103

()

2. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T
NIDN. 0011016505

()

3. Indah Pratiwi, S.ST., M.T
NIDN. 0223029101

()

Palembang, Juli 2025

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
DIV Teknik Energi



(Dr. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.)

NIP. 197804032012122002



MOTTO

“Maka ingatlah kepadaku, akupun akan mengingatmu.”

(QS. Al- Baqarah: 152)

“Tidak ada sesuatu yang mustahil untuk dikerjakan,

Hanya tidak ada sesuatu yang mudah.”

(Napoleon Bonaparte)

“Just pretend you’re something until you actually become it”

(Taylor Swift)

ABSTRAK

***MICROWAVE ASSISTED ALKALINE (NaOH) PRETREATMENT* TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DALAM PENINGKATAN PRODUKSI BIOETANOL GENERASI KEDUA.**

(Rayna Catulisti, 2025 : 48 Halaman, 8 Tabel, 24 Gambar)

Kelangkaan bahan bakar fosil mendorong pengembangan energi terbarukan, salah satunya bioetanol generasi kedua yang berbahan baku lignoselulosa. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah agroindustri yang melimpah dan kaya akan selulosa, sehingga berpotensi sebagai bahan baku bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode *Microwave Assisted-Alkaline Pretreatment* dalam mengoptimalkan konversi TKKS menjadi bioetanol. Proses praperlakuan menggunakan NaOH dan gelombang mikro bertujuan untuk mengurangi kandungan lignin, meningkatkan kadar selulosa, serta menurunkan tingkat kristalinitas. Penelitian ini juga mengevaluasi pengaruh Daya Microwave (380 W, 500 W, 700W) dan konsentrasi alkali (0,5 M, 0,6 M, 0,7 M) terhadap kadar lignin, selulosa, hemiselulosa, serta produksi etanol. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi konversi limbah TKKS menjadi energi terbarukan, mendukung keberlanjutan lingkungan dan ketahanan energi. Hasilnya didapatkan kondisi optimal metode *pretreatment* menggunakan *microwave* yaitu dengan Konsentrasi NaOH 0,6 M dan daya microwave 500 W terjadi penurunan lignin 40,73 % menjadi 29,48 %. Dengan hasil akhir Bioetanol sebesar 14%.

Kata Kunci : Bioetanol Generasi Kedua, Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), *Microwave Assisted-Alkaline Pretreatment*, Lignoselulosa, Energi Terbarukan.

ABSTRAK
**MICROWAVE ASSISTED ALKALINE (NAOH) PRETREATMENT OF OIL
PALM EMPTY FRUIT BUNCHES (EFB) FOR ENHANCING SECOND-
GENERATION BIOETHANOL PRODUCTION.**

(Rayna Catulisti, 2025 : 48 Halaman, 8 Tabel, 24 Gambar)

The scarcity of fossil fuels encourages the development of renewable energy, one of which is second-generation bioethanol made from lignocellulosic biomass. Oil Palm Empty Fruit Bunches (EFB) are abundant agro-industrial waste rich in cellulose, making them a potential raw material for bioethanol production. This study aims to analyze the effectiveness of the Microwave Assisted-Alkaline Pretreatment method in optimizing the conversion of EFB into bioethanol. The pretreatment process using NaOH and microwave irradiation aims to reduce lignin content, increase cellulose levels, and decrease crystallinity. This study also evaluates the effect of microwave power (380 W, 500 W, 700 W) and alkali concentration (0.5 M, 0.6 M, 0.7 M) on the content of lignin, cellulose, hemicellulose, as well as ethanol production. This research is expected to improve the efficiency of converting EFB waste into renewable energy, supporting environmental sustainability and energy security. The results showed that the optimal pretreatment condition using microwaves was with 0.6 M NaOH concentration and 500 W microwave power, resulting in a lignin reduction from 40.73% to 29.48%. The highest final yield of bioethanol achieved in this study was 14%

Keywords: *Second-Generation Bioethanol, Oil Palm Empty Fruit Bunches (EFB), Microwave Assisted-Alkaline Pretreatment, Lignocellulose, Renewable Energy.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul ***“Microwave Assisted Alkaline (NaOH) Pretreatment Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dalam peningkatan produksi Bioetanol Generasi Kedua”*** dengan baik dan tepat pada waktunya. Penelitian Tugas Akhir ini ditujukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma IV atau Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi D IV Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Pelaksanaan penelitian ini dapat berjalan dengan baik berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu kelancaran penyelesaian penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Utama 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. Lety Trisnaliani, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ir. Rima Daniar, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia sepenuh hati meluangkan waktu untuk mendukung dan membimbing penulis selama pelaksanaan dan pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Nurul Kholidah, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberi arahan dan, nasihat, dan saran selama proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Segenap Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Energi Polteknik Negeri Sriwijaya.

9. Kedua orang tua saya ayah Oskar Supratman, ibu Nurliana Trihastuti dan saudari Savarina Maharani, atas segala doa, kasih sayang, dukungan moral maupun materi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Teman-teman saya Aurn Widya Dhana, Nabila Ulva, Erdalia Chantika, dan Widya Dwi yang selalu memberikan semangat, doa serta motivasi semasa perkuliahan.
11. Rekan-rekan seperjuangan penelitian dan rekan kelas EGA angkatan 2021.
12. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah membantu penyusunan dalam menyelesaikan laporan kerja praktik ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk bekarya lebih baik lagi pada kesempatan yang akan datang, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
MOTTO	ii
ABSTRAK	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Relevansi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit	6
2.2 Kandungan Lignoselulosa	7
2.3 Bioetanol	7
2.4 Pembuatan Bioetanol	9
2.5 Parameter Mutu Bioetanol	13
2.6 Penelitian Terdahulu	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan yang digunakan	16
3.3 Rancangan Penelitian	17
3.4 Pengamatan	17
3.5 Diagram Alir Percobaan	18
3.6 Prosedur Percobaan	19

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil	24
4.2 Pembahasan.....	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN I.....	36
LAMPIRAN II	38
LAMPIRAN III	43
LAMPIRAN IV	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	6
2. 2 Struktur Lignoselulosa	7
2. 3 Struktur Etanol	9
2. 4 Kondisi lignoselulosa sebelum dan setelah pretreatment	9
3. 1 Diagram Alir Peneltian.....	18
4. 1 Grafik Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Daya Microwave Terhadap Kadar Lignin.....	26
4. 2 Grafik Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Daya Microwave Terhadap Kadar Selulosa.....	27
4. 3 Grafik Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Daya Microwave Terhadap Kadar Hemiselulosa.....	28
4. 4 Grafik Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Daya Microwave Terhadap Kadar Bioetanol	30
L3. 1 Pengeringan dan Pemotongan bahan Tandan Kosong Kelapa Sawit	43
L3. 2 Penimbangan NaOH untuk pembuatan larutan	43
L3. 3 Pencampuran bahan baku dengan larutan NaOH.....	43
L3. 4 Proses Pretreatment menggunakan Microwave.....	44
L3. 5 Sampel di Analisa kadar Lignoselulosa dengan metode Chesson Data	44
L3. 6 Reflux Untuk Analisa kadar Lignoselulosa dengan metode Chesson Data	44
L3. 7 Persiapan Sampel untuk Proses Hidrolisis Asam	45
L3. 8 Proses Hidrolisis Asam menggunakan Autoclave	45
L3. 9 Persiapan sampel setelah hidrolisis untuk Fermentasi	45
L3. 10 Pembacaan Kadar Glukosa menggunakan alat Refraktometer Brix	46
L3. 11 Proses Fermentasi sampel.....	46
L3. 12 Proses Distilasi Sampel untuk memisahkan campuran Etanol.....	46
L3. 13 Pengambilan Data sampel Kadar Bioetanol dengan menggunakan Refraktometer	47
L3. 14 Pembacaan Kadar Bioetanol menggunakan Alat Refraktometer	47
L3. 15 Penyimpanan Sampel Setelah dianalisa	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Standar dan Mutu bahan bakar Nabati	13
2. 2 Penelitian Terdahulu.....	14
4. 1 Hasil Pengamatan Kadar Lignoselulosa dengan Variasi Daya Microwave dan Konsentrasi Alkali	24
4. 2 Hasil Pengamatan Hidrolisis Asam.....	24
4. 3 Hasil Pengamatan Kadar Etanol	25
L1. 1. Data Hasil Pengamatan Kadar Lignoselulosa	36
L1. 2 Data Hasil Analisa Kadar Glukosa.....	37
L1. 3 Data Hasil Analisa Etanol	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
I. DATA PENGAMATAN	36
II. PERHITUNGAN	38
III. DOKUMENTASI.....	43
IV. SURAT-SURAT.....	4

