

TESIS
**STUDI *FLY ASH* BATUBARA TERAKTIVASI SEBAGAI PENYERAP CO₂ DARI
PROSES PEMBAKARAN BIOMASSA TEMPURUNG KELAPA**



**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Mata Kuliah Ujian Akhir Tesis Program
Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

**Rizki Aria Putri
062350443209**

**PROGRAM MAGISTER TERAPAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

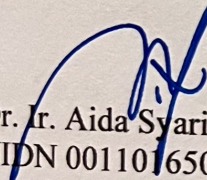
HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

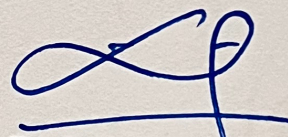
Studi *Fly Ash* Batubara *Teraktivasi* Sebagai Penyerap CO₂ Dari Proses Pembakaran Biomassa Tempurung Kelapa

OLEH :
Rizki Aria Putri
062350443209

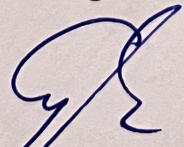
Pembimbing I,


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

Palembang, Juli 2025
Menyetujui,
Pembimbing II,


Prof. Dr. Ir. Lella Kalsum, M.T.
NIDN 0007126209

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Program Megister Terapan


Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP.196711191993032003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul “Studi *Fly Ash* Batubara Teraktivasi Sebagai Penyerap CO₂ dari Proses Pembakaran Biomassa Tempurung Kelapa” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya pada tanggal 9 Juli 2025.

Palembang, 9 Juli 2025

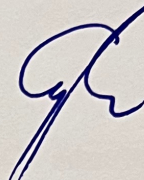
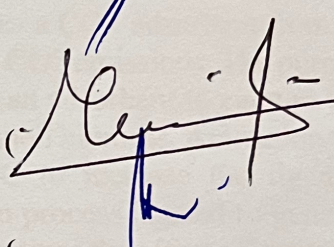
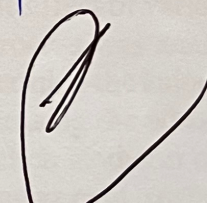
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis

Ketua:

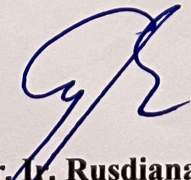
Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si
NIP 196711191993032003

Anggota:

1. Dr. Ir. M. Yerizam, M.T.
NIP 196107091989031002
2. Prof. Dr. Yohandri Bow, ST., M.S.
NIP 197110231994031002
3. Prof. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si.
NIP 196410231992031001

()
()
()

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Program Magister Terapan


Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP 196711191993032003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizki Aria Putri

Nim : 062350443209

Judul Tesis : Studi *Fly Ash* Batubara *Teraktivasi* Sebagai Penyerap CO_2 dari Proses Pembakaran Biomassa Tempurung Kelapa

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri di dampingi pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 5 Juli 2025

Rizki Aria Putri

NPM 062350443209

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizki Aria Putri

Nim : 062350443209

Judul Tesis : Studi *Fly Ash* Batubara *Teraktivasi* Sebagai Penyerap CO_2 dari Proses Pembakaran Biomassa Tempurung Kelapa

Memberikan izin kepada pembimbing dari Politeknik Negeri Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (corresponding author).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 5 Juli 2025

Rizki Aria Putri

NPM 062350443209

RIWAYAT HIDUP



Rizki Aria Putri, lahir di Palembang pada tanggal 4 Maret 2000. Penulis merupakan anak ke-1 dari pasangan Bapak Aryadi dan Ibu Siti Juriah. Penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMA YPI Tunas Bangsa Palembang (Lulus tahun 2017) dan saat ini tengah menyelesaikan program Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan di Politeknik Negeri Sriwijaya. Di sela kesibukan akademiknya, penulis mendedikasikan diri dalam dunia pendidikan praktis sebagai instruktur matematika di Kumon.

Peran ini telah mengasah kemampuan analisis logis serta dedikasi penulis dalam mentransformasi metode pembelajaran yang efektif bagi peserta didik. Selain dibidang pendidikan, penulis juga mengeksplorasi potensi kewirausahaan melalui pengelolaan bisnis kuliner mandiri. Pengalaman ini membentuk karakter penulis menjadi pribadi yang memiliki ketajaman dalam manajemen strategis, kemandirian finansial, serta resiliensi yang tinggi dalam menghadapi dinamika pasar.

Sinergi antara disiplin akademik, tanggung jawab profesional, dan jiwa kewirausahaan inilah yang membentuk pondasi kuat bagi penulis dalam menyelesaikan studi ini. Tesis yang berjudul “Studi *Fly Ash* Batubara *Teraktivasi* Sebagai Penyerap CO₂ Dari Proses Pembakaran Biomassa Tempurung Kelapa” merupakan karya ilmiah yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Terapan (M.Tr.). Melalui karya ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta solusi aplikatif dibidang Energi Terbarukan.

DAFTAR GLOSARIUM

- Adsorben
- Adsorpsi
- Biomassa
- CaCO_3 (Kalsium Karbonat)
- CaO (Kalsium Oksida)
- *Carbon Capture and Storage (CCS)*
- Pembakaran
- *Fly Ash* Batubara
- CO_2 (Karbon Dioksida)
- Furnace
- Gas Analyzer
- *Iodine Number*
- Aktivasi
- Tempurung Kelapa
- XRD (*X-ray Diffraction*)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Hal-hal besar hanyalah gema dari ketulusan kita dalam menuntaskan hal-hal kecil yang tidak terlihat oleh dunia”

“Ketika kita tidak lagi mampu mengubah situasi, kita ditantang untuk mengubah diri kita sendiri”

Tesis ini di persembahkan untuk :

1. Keluarga
2. Pembimbing Tesis
3. Dosen Penguji Tesis
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program
Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya
5. Rekan-rekan Mahasiswa dan Kerabat
6. Semua Teman dan Sahabat
7. Politeknik Negeri Sriwijaya
8. Bangsa Indonesia

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tesis dengan judul “Studi *Fly Ash* Batubara *Teraktivasi* Sebagai Penyerap CO₂ Dari Proses Pembakaran Biomassa Tempurung Kelapa”

Laporan Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Pendidikan Program Studi Teknik Energi Baru Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penyusunan laporan Tesis ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya, yang telah memberikan kesempatan menggunakan segala fasilitas selama masa pendidikan.
2. Dr. Yusri S.Pd., M.Pd, Selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Baru Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Dr. Ir. Aida Syarif. M. T., selaku Dosen Pembimbing I di Program Studi Teknik Energi Baru Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T., selaku Dosen Pembimbing II di Program Studi Teknik Energi Baru Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Segenap Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Energi Baru Terbarukan Program Megister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Kepada kedua orang tua saya serta adik adik saya yang telah membantu saya dalam kegiatan selama perkuliahan berlangsung
8. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Energi Baru Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya angkatan 2023.

Dengan adanya Laporan Tesis ini, penulis mengharapkan semoga penelitian ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan dan menunjang perkembangan ilmu pengetahuan.

Palembang, September 2025

Rizki Aria Putri

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SUMMARY	iii
RINGKASAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
DAFTAR GLOSARIUM	viii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
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 Hipotesis	4
1.6 Keterbaruan (<i>Novelty</i>).....	4
1.7 Kerangka Pikir Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Gas Rumah Kaca	6
2.2. Karbon Dioksida.....	6
2.3. Pembakaran Tempurung Kelapa	7
2.4. Teknologi Penangkapan Karbon	9
2.5. Adsorpsi.....	14
2.6. <i>Fly Ash</i>	15
2.7. Fly Ash Adsorben CO ₂	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.3 Perlakuan dan Rancangan Penelitian.....	24
3.4 Prosedur Penelitian	24
3.4.1. Persiapan Bahan Baku	24
3.4.2. Pembuatan Alat Tungku Pembakaran Biomassa dengan Sistem <i>Carbon Capture</i>	24
3.4.3. Preparasi Adsorben.....	25
3.4.4 Pengujian Alat Proses Pembakaran dan Kolom Adsorpsi CO ₂	26
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4. 1. Hasil dan Pembahasan Karakterisasi <i>Fly Ash</i> Sebelum dan Setelah Aktivasi 29	
4.1.1 Karakterisasi <i>Fly ash</i> sebelum dan sesudah aktivasi menggunakan XRD..	29
4.1.2 Karakterisasi <i>Fly ash</i> dengan <i>Iodine Number</i>	33
4.1.3 Data Uji Adsorpsi CO ₂ Menggunakan Aliran Gas	34

4.2	Pembahasan Model Isoterm Adsorpsi	37
4.2.1	Pembahasan Model Isoterm Langmuir.....	37
4.2.2	Pembahasan Model Isoterm Freundlich	39
4.2.3	Pembahasan Model Isoterm Temkin	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		43
DAFTAR PUSTAKA		44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian.....	5
2. Diagram PLTU Batubara dengan Penangkapan CO ₂ Paska Pembakaran [40]	11
3. Fly ash Batubara	16
4. Diagram Alir Proses Penyerapan CO ₂	27
5. Skematik Adsorpsi dari Proses Pembakaran Biomassa.....	27
6. Grafik XRD Antara Intensitas dan Rentang Tanpa Aktivasi	30
7. Grafik XRD FA-1 Antara Intensitas dan Rentang.....	30
8. Grafik XRD FA-2 antara Intensitas dan rentang	31
9. Grafik XRD FA-3 Antara Intensitas dan rentang.....	32
10. Grafik Effisiensi Adsorpsi CO ₂	36
11. Grafik Model Isoterm Langmuir	37
12. Grafik Model Isoterm Freundlich.....	39
13. Grafik Model Isoterm Temkin.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Senyawa Organik dalam Tempurung Kelapa.....	8
2. Komposisi dan Klasifikasi <i>Fly Ash</i>	17
3. Data Iodine Number	33
4. Data Uji Adsorpsi CO ₂ Menggunakan Massa Adsorben	34