

**PENERAPAN METODE TOREFAKSI DALAM PEMBUATAN BIOPELET SEKAM
PADI DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT ALAM**

Skripsi



Diajukan oleh :
KEMAL ADITYA
2110641042

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

2025

**PENERAPAN METODE TOREFAKSI DALAM PEMBUATAN BIOPELET SEKAM
PADI DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT ALAM**

**Skripsi
Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1**

Program Studi Teknik Mesin



Diajukan oleh :

KEMAL ADITYA

2110641042

kepada

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

2025

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
PENERAPAN METODE TOREFAKSI DALAM PEMBUATAN BIOPELET SEKAM
PADI DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT ALAM

Dipersiapkan dan disusun oleh

Kemal Aditya
2110641042

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Pada Tanggal 14 Juni 2025

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I

Penguji I


Dr. Ir. Mokh. Hairul Bahri, S.T., M.T.
NIDN. 0717087203


Ir. Kosjoko, S.T., M.T.
NIDN. 0715126901

Pembimbing II

Penguji II


Rohimatush Shofiyah, S.Si., M.Si.
NIDN. 0726068006


Nely Ana Mufarida, S.T., M.T.
NIDN. 0022047701

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Kejuruan Program Studi Teknik Mesin


Asroful Abidin, S.T., M.Eng.
NIDN. 0703109207

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. Munzir, S.T., M.T., IPM
NIDN. 0010067301

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kemal Aditya

NIM : 2110641042

Judul skripsi : **PENERAPAN METODE TOREFAKSI DALAM
PEMBUATAN BIOPELET SEKAM PADI DENGAN
PENAMBAHAN ZEOLIT ALAM.**

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Skripsi ini merupakan hasil karya Saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, naskah, atau hasil karya orang lain yang pernah dipublikasikan.

Jember, 14 Juni 2025



MEPEKAL
TEMPEL
E4AJX922767584

Kemal Aditya
NIM.2110641042

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Penerapan Metode Torefaksi Dalam Pembuatan Biopellet Sekam Padi Dengan Penambahan Zeolit Alam”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember.

Selama proses penyusunan skripsi ini, banyak tantangan dan kendala yang saya alami, namun berkat dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara moral maupun spiritual, saya berhasil melewatinya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Hanafi M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Jember
2. Bapak Dr. Ir. Muhtar, S.T., M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember
3. Bapak Asroful Abidin, S.T., M.Eng selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember
4. Bapak Dr. Ir. Mokh. Hairul Bahri, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu selama proses penyusunan tugas akhir ini
5. Ibu Rohimatush Shofiyah, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang turut memberikan bimbingan dalam penyelesaian laporan tugas akhir
6. Bapak Ir. Kosjoko, S.T., M.T., Ibu Nely Ana Mufarida, S.T., M.T., Bapak Nurhalim, S.T., M.Eng, Bapak Muhammad Zainur Ridlo, S.ST., M.Eng, dan Bapak Asroful Abidin, S.T., M.Eng yang membimbing saya selama penelitian di lapangan
7. Seluruh Dosen Pengajar di Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah

Jember yang telah berbagi ilmu selama masa perkuliahan.

8. Ayah Agus Wahyudi, terimakasih atas doa dan kerja kerasmu selama ini sehingga penulis bisa meraih gelar sarjana. Semoga ayah bangga atas pencapaian penulis yang belum seberapa ini.
9. Pintu Surga penulis Ibu Prihatini, terimakasih atas doa dan kasih sayangmu selama ini dapat membuat penulis bisa meraih gelar sarjana dengan tepat waktu. Semoga Ibu bangga atas pencapaian penulis selama ini.
10. Kakak pertama Ambar Pratiwi, S.Psi terimakasih telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam proses pengerjaan skripsi ini
11. Kakak kedua Puspita Sari, S.Hum terimakasih selalu mendukung dan memberikan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini
12. Kepada Wildatun Hasanah, S.Tr. RMIK, terimakasih selalu ada untuk mendengarkan keluh kesah penulis serta selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam proses pengerjaan skripsi ini.
13. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2021 yang selalu mendukung
Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu Saya sangat mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kesempurnaan karya ini di masa depan. Besar harapan saya agar skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Jember 14 Juni 2025



Kemal Aditya
NIM.2110641042

MOTTO

“Suksesku untuk membahagiakan orang tuaku dan orang lain.”

(Kemal Aditya)

“Bismillah, Rendah hati dalam pencapaian, bijak dalam keuangan, ikhlas dalam sedekah.”

(Agus Wahyudi dan Prihatini)



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Penelitian.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Biomassa.....	12
2.3 Biopellet.....	13
2.4 Sekam Padi	14

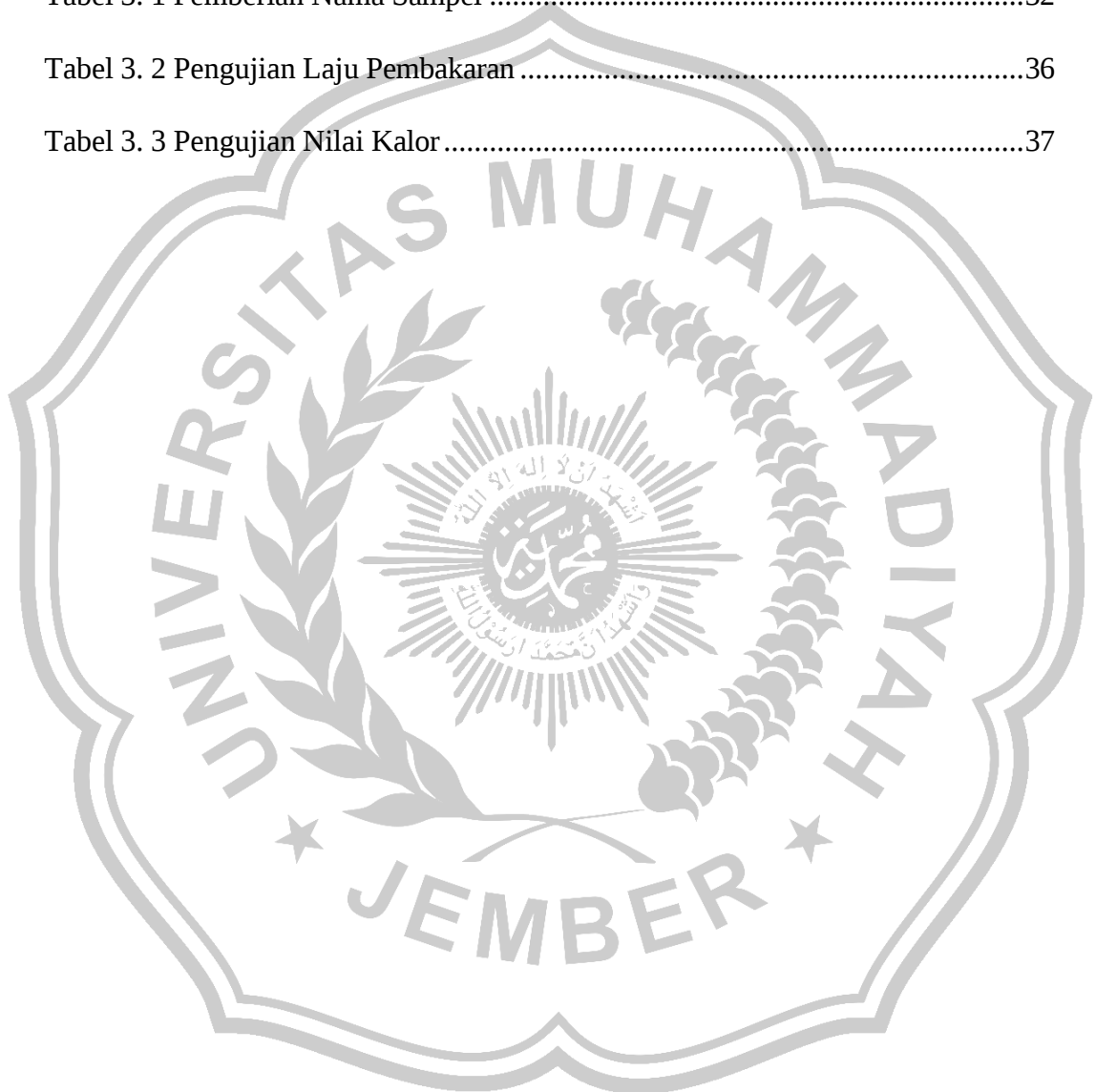
2.5 Bahan Perekat	16
2.6 Zeolit.....	16
2.6.1 Definisi Zeolit	17
2.6.2 Struktur dan Karakteristik Zeolit	18
2.6.3 Zeolit Alam	18
2.6.4 Zeolit Sintetik	20
2.7 Tepung Tapioka	21
2.8 Pengarangan Biomassa	21
2.8.1 Torefaksi	22
2.9 Proses Denfikasi.....	24
2.9.1 Faktor-Faktor proses Densifikasi	26
2.9.2 Faktor Pengontrol Pembakaran	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Metode Penelitian	29
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.2.1 Waktu Penelitian	29
3.2.2 Tempat Penelitian	29
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	29
3.4 Prosedur Penelitian	30
3.5 Variabel Penelitian.....	31
3.5.1 Variabel Bebas	31
3.5.2 Variabel Terikat	31

3.5.3 Variabel Tetap.....	31
3.6 Pemberian Nama Sampel.....	32
3.7 Analisis Penelitian	32
3.7.1 Tahap Perancangan Biopelet	32
3.7.2 Prosedur Preparasi Pelet.....	32
3.7.3 Preparasi Sekam Padi.....	33
3.7.4 Ekstraksi Silika Sekam Padi.....	33
3.7.5 Proses Pengeringan	34
3.7.6 Proses Torefaksi.....	34
3.8 Tahap Pengujian Pelet.....	35
3.8.1 Alat Uji Laju Pembakaran	35
3.9 Pengujian Pelet Sekam Padi.....	36
3.9.1 Pengujian Laju Pembakaran.....	36
3.9.2 Pengujian Nilai Kalor.....	37
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Penelitian.....	38
4.1.1 Karakteristik Sekam Padi	38
4.1.2 Zeolit Alam.....	38
4.1.3 Torefaksi Sekam Padi.....	39
4.1.4 Pencetakan Biopelet	41
4.1.5 Proses Pengeringan Biopelet	41
4.1.6 Uji Karakteristik Biopelet.....	42

4.1.7 Nilai Kalor (<i>Calorific Value</i>)	42
4.1.8 Laju Pembakaran (<i>Combustion Rate</i>).....	44
4.1.9 Kadar Air (<i>Moisture</i>).....	46
4.1.10 Kadar Abu (<i>Ash Contain</i>)	48
4.2 Pembahasan	49
4.2.1 Pengaruh Torefaksi Terhadap Kualitas Biopellet	49
4.2.2 Pengaruh Penambahan Zeolit Alam Terhadap Kualitas Biopellet	50
4.2.3 Analisis Data Dan Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya	52
4.2.4 Implikasi Hasil Penelitian Terhadap Pengembangan Biopellet.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	62
BIODATA PENULIS	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi dan Nilai Kalor Biomassa	13
Tabel 2. 2 Komposisi Sekam Padi.....	15
Tabel 2. 3 Sifat Fisik Beberapa Zeolit Alam.	20
Tabel 3. 1 Pemberian Nama Sampel	32
Tabel 3. 2 Pengujian Laju Pembakaran	36
Tabel 3. 3 Pengujian Nilai Kalor	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Biopelet.....	14
Gambar 2. 2 Sekam Padi	15
Gambar 2. 3 <i>Secondary Building Unit (SBU)</i>	18
Gambar 2. 4 Langkah-langkah proses Densifikasi	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3. 2 Skema Laju Pembakaran	35
Gambar 4. 1 Sekam Padi Yang Sudah Di Bersihkan Dan Proses Pengeringan.	38
Gambar 4. 2 Zeolit Alam Yang Belum Di Haluskan.	39
Gambar 4. 3 Zeolit Alam Yang Telah Di Tumbuk Dengan Kehalusan 100 Mesh.	39
Gambar 4. 4 Sekam Padi Sebelum Di Torefaksi.	40
Gambar 4. 5 Proses Torefaksi.....	40
Gambar 4. 6 Hasil Setelah Di Torefaksi.....	40
Gambar 4. 7 Biopelet Setelah Di Cetak	41
Gambar 4. 8 Proses Pengeringan Setelah Di Cetak.....	41
Gambar 4. 9 Biopelet Setelah Kering.....	42
Gambar 4. 10 Hasil Uji Nilai Kalor	43
Gambar 4. 11 Hasil Pembakaran Biopelet 60 Mesh.....	44
Gambar 4. 12 Hasil Pembakaran Biopelet 80 Mesh.....	45
Gambar 4. 13 Hasil Kadar Air.....	46
Gambar 4. 14 Hasil Kadar Abu	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pemilahan Sampel	62
Lampiran 2. Proses Penimbangan Sampel.	62
Lampiran 3. Sisi Bagian Atas Alat Bomb Calorimeter.....	63
Lampiran 4. Peletakan Sampel.	63
Lampiran 5. Pengisian Oksigen Kedalam Chamber.....	64
Lampiran 6. Penimbangan Berat Akhir	64
Lampiran 7. Hasil Uji Nilai Kalor.....	65
Lampiran 8. Penimbangan Sampel.....	66
Lampiran 9. Proses Blower Dengan Suhu 450°C Hingga Api Membara	66
Lampiran 10. Proses Memasukkan Data Suhu Perdetiknya.....	67
Lampiran 11. Data Uji Laju Pembakaran.....	67
Lampiran 12. Penimbangan Berat Awal Untuk Menguji Kadar Air.....	69
Lampiran 13. Proses Mengatur Oven Di Suhu 105°C.....	69
Lampiran 14. Proses Pengovenan.....	70
Lampiran 15. Proses Desikator.....	70
Lampiran 16. Penimbangan Berat Akhir	70
Lampiran 17. Hasil Uji Kadar Air	71
Lampiran 18. Penimbangan Berat Awal Menguji Kadar Abu.	72
Lampiran 19. Proses Pembakaran Awal Uji Kadar Abu.....	72
Lampiran 20. Hasil Setelah Pembakaran Awal Uji Kadar Abu.	73
Lampiran 21. Proses <i>Furnance</i> Uji Kadar Abu.....	73
Lampiran 22. Hasil Uji Kadar Abu.....	74