

SKRIPSI

**DENSIFIKASI BATUBARA DAN BIOMASSA SEKAM
PADI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SINTERING
DINGIN**



MUHAMMAD GHIFA AL MUZHAFAR

03051282126030

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

SKRIPSI

**DENSIFIKASI BATUBARA DAN BIOMASSA SEKAM
PADI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
SINTERING DINGIN**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH
MUHAMMAD GHIFA AL MUZHAFAR
03051282126030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

DENSIFIKASI BATUBARA DAN BIOMASSA SEKAM PADI MENGUNAKAN TEKNOLOGI SINTERING DINGIN

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana Teknik Mesin
pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD GHIFA AL MUZHAFAR
03051282126030

Indralaya, 16 Juli 2025

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP 197909272003121004

Dr. Ir. Gunawan, S.T. M.T.
NIP 197705072001121001

JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda No.

: 021/TM/AK/2025

FAKULTAS TEKNIK

Diterima Tanggal

: 12 Agustus 2025

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Paraf

: 

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD GHIFA AL MUZHAFAR
NIM : 03051282126030
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : DENSIFIKASI BATUBARA DAN BIOMASSA
SEKAM PADI MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI SINTERING DINGIN
DIBUAT TANGGAL : 12 Oktober 2024
SELESAI TANGGAL : 16 Juli 2025

Mengetahui



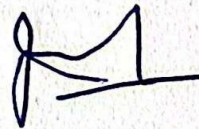
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004

Indralaya, 30 Juli 2025

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi



Dr. Ir. Gunawan, S.T., M.T
NIP. 197705072001121001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Densifikasi Batubara dan Biomassa Sekam Padi Menggunakan Teknologi Sintering Dingin" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Juli 2025.

Indralaya, 16 Juli 2025

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Ir. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T., M.Kom.

NIP 198711302019031006

Anggota :

2. Ir. Aneka Firdaus, S.T., M.T.

NIP 197502261999031001

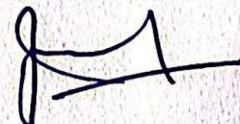
3. Ir. Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T., M.T.

NIP 198911172015042003



Prof. Hs. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP 197909272003121004

Pembimbing,



Dr. Ir. Gunawan, S.T., M.T.
NIP 197705072001121001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas dengan rahmat dan karunia- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik yang berjudul “Densifikasi Batubara dan Biomassa Sekam Padi Menggunakan Teknologi Sintering Dingin” Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam proses penyelesaian Skripsi ini. Terima kasih kepada:

1. Bapak Amir Hamzah dan Ibu Ellinawati, kedua orang tua penulis yang memberikan doa dan dukungan.
2. Bapak Dr. Ir. Gunawan, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mendidik, memotivasi serta banyak memberikan saran kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
3. Bapak Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D. selaku selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Ir. Astuti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh ketua Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, khususnya KBK Material.
8. Teman – teman Teknik Mesin 2021 yang telah setia menemani penulis dikala suka maupun duka.
9. Seseorang yang tidak kalah penting kehadirannya, Maya Ariawati. Terima kasih telah menjadi bagian dalam proses perjalanan penulis menyusun skripsi. Berkontribusi baik tenaga, waktu, menemani, mendukung, serta menghibur penulis dalam kesedihan, mendengarkan keluh kesah dan meyakinkan penulis untuk pantang menyerah hingga penyusunan skripsi ini terselesaikan.

10. Terakhir, terimakasih untuk diri sendiri, karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini, mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tidak pernah memutuskan menyerah sesulit apapun proses penyelesaian skripsi ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri. Terimakasih sudah bertahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat menjadi manfaat bagi kita semua, umumnya para pembaca dan khususnya penulis serta bagi mahasiswa Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Mesin.

Palembang, 11 Juli 2025



Muhammad Ghifa Al Muzhafar

NIM 03051282126030

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Ghifa Al Muzhafar

NIM : 03051282126030

Judul : Densifikasi Batubara dan Biomassa Sekam Padi Menggunakan
Teknologi Sintering Dingin

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas 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.

Indralaya, 16 Juli 2025



Muhammad Ghifa Al Muzhafar

NIM 03051282126030

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ghifa Al Muzhafar

NIM : 03051282126030

Judul : Densifikasi Batubara dan Biomassa Sekam Padi Menggunakan
Teknologi Sintering Dingin

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, 16 Juli 2025

Muhammad Ghifa Al Muzhafar
NIM. 03051282126030

RINGKASAN

DENSIFIKASI BATUBARA DAN BIOMASSA SEKAM PADI MENGUNAKAN TEKNOLOGI SINTERING DINGIN

Muhammad Ghifa Al Muzhafar dan Gunawan^(*)

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang -
Prabumulih No.KM. 32, Indralaya Indah, Kec. Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera
Selatan

^(*)E-mail Corresponding Author : gunawan@unsri.ac.id

Abstrak

Tingginya ketergantungan Indonesia terhadap batu bara sebagai bahan bakar fosil menjadi salah satu penyebab utama emisi karbon yang menyebabkan pemanasan global. Di sisi lain, limbah pertanian seperti sekam padi belum dimanfaatkan secara baik dan sering dibakar secara sembarangan, sehingga menambah polusi udara. Di samping itu, kebutuhan bahan bakar alternatif yang efisien, murah, dan ramah lingkungan semakin penting, terutama untuk kebutuhan rumah tangga dan industri kecil. Penelitian ini bertujuan membuat briket komposit dari batu bara dan sekam padi menggunakan teknologi sintering dingin, yaitu metode pengerasan dengan suhu rendah tanpa membutuhkan panas yang tinggi seperti pada sintering biasa. Bahan yang digunakan terdiri dari batu bara sub-bituminus sebagai bahan utama, sekam padi sebagai bahan penguat, dan tepung sugu sebagai bahan pengikat alami. Komposisi bahan diubah-ubah (85:5:10, 80:10:10, dan 75:15:10), kemudian dipadatkan dengan tekanan tertentu dan disinter pada suhu sekitar 60 °C. Uji karakterisasi mencakup pengujian densitas, Scanning Electron Microscopy (SEM), dan X-Ray Diffraction (XRD). Hasil uji densitas menunjukkan nilai tertinggi sebesar 1,37 g/cm³ pada komposisi 85:5:10 dengan tekanan optimal. Analisis SEM memperlihatkan struktur mikro yang homogen dan permukaan yang rapat antar partikel, menunjukkan ikatan kuat dan porositas rendah. Sedangkan uji XRD menunjukkan adanya perubahan struktur kristalin serta munculnya puncak-puncak baru yang menandakan reaksi antara batu bara dan sekam padi. Teknologi ini efisien dalam penggunaan energi dan berpotensi diterapkan pada skala kecil. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan solusi inovatif dalam pengelolaan limbah pertanian dan pengurangan emisi karbon melalui pengembangan bahan bakar alternatif berbasis sumber daya lokal.

Kata Kunci: Batubara, Sekam Padi, Sintering Dingin, Densifikasi, Briket Komposit, Biomassa.

Mengetahui,

Asisten Jurusan Teknik Mesin



Prof. Ir. Amir Arifur, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004

Palembang, 26 Juli 2025

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi

Dr. Ir. Gunawan, S.T., M.T.
NIP. 197705072001121001

SUMMARY

DENSIFICATION OF COAL AND RICE HUSK USING COLD SINTERING TECHNOLOGY

Muhammad Ghifa Al Muzhafar⁽¹⁾ and Gunawan^(1*)

⁽¹⁾ The Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University
Jl. Raya Palembang-Prabumulih No. KM 32, Indralaya Indah, Indralaya Subdistrict, Ogan Ilir
Regency, South Sumatra.

^(*)E-mail Corresponding Author : gunawan@unsri.ac.id

Abstract

Indonesia's high dependence on coal as a fossil fuel is one of the main causes of carbon emissions that contribute to global warming. On the other hand, agricultural waste such as rice husks has not been utilized properly and is often burned carelessly, thus increasing air pollution. In addition, the need for efficient, cheap, and environmentally friendly alternative fuels is increasingly important, especially for household and small industrial needs. This study aims to make composite briquettes from coal and rice husks using cold sintering technology, a low-temperature hardening method without the need for high heat as in conventional sintering. The materials used consist of sub bituminous coal as the main ingredient, rice husks as a reinforcing material, and sago flour as a natural binder. The composition of the materials was varied (85:5:10, 80:10:10, and 75:15:10), then compacted under certain pressure and sintered at a temperature of around 60°C. Characterization tests include density testing, Scanning Electron Microscopy (SEM), and X-Ray Diffraction (XRD). The density test results showed the highest value of 1.37 g/cm³ at a composition of 85:5:10 with optimal pressure. SEM analysis showed a homogeneous microstructure and a dense surface between particles, indicating strong bonds and low porosity. Meanwhile, the XRD test showed changes in the crystalline structure and the emergence of new peaks indicating a reaction between coal and rice husks. This technology is efficient in energy use and has the potential to be applied on a small scale. Overall, this research provides an innovative solution in agricultural waste management and reducing carbon emissions through the development of alternative fuels based on local resources.

Keywords: Coal, Rice Husk, Cold Sintering, Densification, Composite Briquettes, Biomass.

Palembang, 26 Juli 2025

Diperiksa dan disetujui oleh

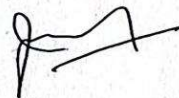
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004



Dr. Ir. Gunawan, S.T., M.T.
NIP. 197705072001121001

REFERENCES. 55

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxv
DAFTAR TABEL	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
DAFTAR SIMBOL	xxxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Batubara di Indonesia.....	5
2.1.1 Sifat Fisik dan Kimia Batubara	6
2.2 Sekam Padi.....	8
2.2.1 Komposisi dan Karakteristik Sekam Padi.....	9
2.3 Densifikasi	11

2.3.1	Densifikasi pada Komposit.....	11
2.4	Pengertian dan Sifat Komposit	12
2.4.1	Aplikasi Densifikasi dalam Material Komposit.....	13
2.4.2	Interaksi Batubara dan Sekam Padi dalam Komposit.....	13
2.5	Teknologi Sintering Dingin.....	14
2.5.1	Prinsip Dasar Sintering Dingin	15
2.5.2	Parameter Proses Sintering Dingin	15
2.5.3	Perbandingan Sintering Dingin dan Sintering Konvensional	16
2.6	Faktor Mempengaruhi Densifikasi pada Sintering Dingin.....	16
2.6.1	Ukuran Partikel dan Komposit Material	17
2.6.2	Tekanan dan Suhu Proses	17
2.6.3	Pengaruh Aditif atau Binder pada Proses Densifikasi	18
2.7	Pengembangan Material Ramah Lingkungan.....	18
2.7.1	Biomassa sebagai Energi Terbarukan.....	19
2.7.2	Pemanfaatan Sekam Padi untuk Pengurangan Emisi Karbon.....	19
2.7.3	Keunggulan Material Komposit Ramah Lingkungan	20
2.8	Studi Kasus dan Penelitian Terlebih Dahulu	20
2.8.1	Penelitian Terkait Densifikasi Batubara	21
2.8.2	Studi Penggunaan Sekam Padi dalam Komposit.....	22
2.8.3	Kajian Efisiensi Proses Sintering Dingin.....	22
BAB 3 METODE PENELITIAN		23
3.1	Diagram Alir.....	23
3.2	Alat dan Bahan	24
3.2.1	Alat.....	24
3.2.2	Bahan.....	27
3.3	Tabel Data Penelitian	27
3.4	Proses Penelitian	27
3.4.1	Persiapan Bahan	28

3.4.2	Pembuatan Komposit Batubara dan Sekam Padi	29
3.4.3	Proses Sintering Dingin.....	30
3.4.4	Pengujian Densifikasi Komposit	31
3.4.5	Analisis <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	34
3.4.6	Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Pembuatan Batubara dan Sekam Padi.....	37
4.2	Pengujian Densitas	38
4.3	Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	43
4.4	Pengujian <i>X-ray diffraction</i> (XRD).....	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....		57
LAMPIRAN		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batubara (Sumber: https://thermalindo.com).....	5
Gambar 2.2 Sekam Padi (Sumber: Rumah Mesin)	8
Gambar 2.3 Alat Kompaksi Sintering Dingin	15
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	23
Gambar 3.2 Alat Kompaksi.....	24
Gambar 3.3 Alat Molding	24
Gambar 3.4 Alat Pressure Gauge	25
Gambar 3.5 Alat Heater & Controller	25
Gambar 3.6 Timbangan.....	26
Gambar 3.7 Pin.....	26
Gambar 3.8 Sieve Shaker	26
Gambar 3.9 Alur Proses Penelitian	28
Gambar 3.10 Proses Sintering Dingin	30
Gambar 3.11 Alat pengujian densitas.....	33
Gambar 3.12 Alat Pengujian SEM (Sumber: www.thinksphysics.com).....	34
Gambar 3.13 Ilustarsi sinar-X pada XRD (Rani, 2022).....	35
Gambar 3.14 Grafik Peak (Navarrete, 2018).....	35
Gambar 4.1 Skema Kompaksi Sintering Dingin	37
Gambar 4.2 Berat Briket di Udara (A) dan Berat Briket di Air (B).....	38
Gambar 4.3 Grafik Porositas Batubara-Sekam Padi	42
Gambar 4.4 Hasil Batubara Sekam Padi dengan pembesaran 500x.....	43
Gambar 4.5 Hasil Batubara Sekam Padi dengan pembesaran 1000x.....	44
Gambar 4.6 Hasil Batubara Sekam Padi dengan pembesaran 2000x.....	45
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian X-Ray Diffraction	49
Gambar 4.8 Referensi Hasil XRD Batubara (Mohamad dkk., 2013).....	49
Gambar 4.9 Referensi Hasil XRD.....	50
Gambar 4.10 Grafik Hasil Analisis Data X-Ray Diffraction (XRD)	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Batubara Sub-Bituminus	7
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Sekam Padi Sumber: Gupta dkk., (2025).....	10
Tabel 3.1 Data Penelitian	27
Tabel 4.1 Data Batubara 85%, Sekam Padi 5%, dan Tepung sagu 10%.....	40
Tabel 4.2 Data Batubara 80%, Sekam Padi 10%, dan Tepung sagu 10%.....	40
Tabel 4.3 Data Batubara 75%, Sekam Padi 15%, dan Tepung sagu 10%.....	41
Tabel 4.4 Hasil Komposisi Unsur dari EDS.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Kompaksi Sintering Dingin.....	65
Lampiran 2.Hasil Analisis XRD Batubara-Sekam Padi.....	65
Lampiran 3. Form Formulir Konsultasi Tugas Akhir.....	66
Lampiran 4. Hasil Akhir Similaritas (Turnitin).....	68
Lampiran 5. Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme.....	69
Lampiran 6. Surat Pernyataan Similaritas	70

DAFTAR SIMBOL

ρ_{apparent}	=	Densitas aktual (g/cm ³)
W_{udara}	=	Berat specimen di udara (g)
ρ_{fluida}	=	Densitas fluida (g/cm ³)
W_{fluida}	=	Berat benda uji di dalam fluida
ρ_{teoritis}	=	Densitas teoritis (g/cm ³)
v_m	=	Berat matriks % (g)
v_f	=	Berat <i>reinforced</i> % (g)
ρ_m	=	Densitas matriks (g/cm ³)
ρ_f	=	Densitas <i>reinforced</i> (g/cm ³)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi terbarukan menjadi semakin penting di era modern ini untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang tidak ramah lingkungan. Menurut Eni (2021), menyatakan bahwa batubara merupakan salah satu penyumbang terbesar emisi karbon global, sehingga diperlukan alternatif untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaannya. Salah satu solusi yang banyak dikaji adalah pencampuran batubara dengan bahanbiomassa untuk menghasilkan bahan bakar komposit yang lebih ramah lingkungan.

ZA dkk, (2021) menyatakan bahwa briket mempunyai nilai kalor tertinggi sebesar 5.777,7247 Kkal/kg, dan dapat menanggulangi polusi limbah produksi. Penggunaan briket batubara sebagai sumber energi alternatif di sektor rumah tangga dan industri kecil-menengah (IKM) di Indonesia menunjukkan potensi yang signifikan, meskipun Neraca Energi Nasional (2021) mencatat konsumsi briket masih di bawah 10.000 ton per tahun, beberapa estimasi tidak resmi memperkirakan bahwa tingkat pemakaian aktual di sektor rumah tangga dan IKM dapat mencapai 5.000 hingga 10.000 ton per bulan, terutama bila mempertimbangkan potensi produksi dan distribusi dari berbagai daerah seperti Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Kecilnya penggunaan briket ini karena kurangnya sosialisasi pemerintah kepada masyarakat serta kurang menyebarnya pendistribusian briket. Briket batubara umumnya memiliki bentuk silinder atau kubus, dengan ukuran yang bervariasi untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Rindayatno (2017), briket silinder berdiameter 3,8 cm dan tinggi 10,4 cm, sedangkan briket kubus umumnya berukuran sekitar 75 x 75 x 75 mm.

Menurut Restin dkk, (2025) bahwa penggunaan bahan perekat dalam proses pembuatan biobriket merupakan faktor penting untuk mencapai densifikasi yang optimal, yang berkontribusi pada kekuatan dan stabilitas briket. Namun Teknologi

Sintering Dingin ini menawarkan pendekatan yang lebih ramah lingkungan. Menurut Firda dkk, (2021) sintering dingin, yang tidak memerlukan suhu tinggi, dapat digunakan untuk menghasilkan briket komposit dengan kekuatan mekanis yang baik tanpa konsumsi energi yang besar. Hal ini membuat metode ini lebih efisien dari segi energi dan biaya, terutama dibandingkan dengan metode sintering konvensional yang membutuhkan panas dalam jumlah besar. Diharapkan, proses ini dapat menghasilkan biobriket dengan kualitas yang baik sambil mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Maka dari itu perlu adanya investigasi lebih lanjut sehingga penulis melakukan penelitian dengan judul: **DENSIFIKASI BATUBARA DAN BIOMASSA SEKAM PADI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SINTERING DINGIN.**

1.2 Rumusan Masalah

Biobriket batubara-sekam padi memiliki potensi yang bagus, meskipun biobriket ini memiliki prospek yang menjanjikan, tantangan utama terletak pada menentukan rasio campuran batubara dan sekam padi yang ideal, serta metode pembuatan yang efisien.

Teknologi sintering dingin dapat diimplementasikan untuk meningkatkan efisiensi dalam pembuatan briket batubara-sekam padi, meskipun produk tersebut belum tersedia di pasar. Tantangan utama adalah menentukan potensi sintering dingin dalam mengoptimalkan proses pembuatan briket batubara-sekam padi dari segi konsumsi energi, biaya produksi, dan kualitas briket yang dihasilkan.

Bagaimana densifikasi batubara-sekam padi dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi pembuatan briket. Meskipun batubara-sekam padi menunjukkan potensi sebagai bahan bakar alternatif, tantangan utama adalah menentukan metode densifikasi yang paling efektif untuk meningkatkan kualitas dan kekuatan briket yang dihasilkan.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian skripsi berjudul "Densifikasi Batubara dan Biomassa Sekam Padi Menggunakan Teknologi Sintering Dingin" mencakup

1. Penelitian menggunakan batubara sebagai bahan utama dan sekam padi sebagai bahan biomassa tambahan. Berbagai rasio campuran batubara dan sekam padi diterapkan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi terhadap kualitas briket. Pemilihan bahan didasarkan pada ketersediaan lokal serta tujuan pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber energi alternatif.
2. Teknologi sintering dingin diterapkan sebagai metode pembentukan briket tanpa proses pemanasan tinggi. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui efektivitas teknologi ini dalam meningkatkan kekuatan mekanik briket dan efisiensi energi proses produksi dibandingkan metode sintering konvensional.
3. Penelitian ini menganalisis pengaruh parameter proses seperti tekanan pemampatan, durasi waktu pemadatan, dan suhu lingkungan terhadap hasil densifikasi. Tujuannya adalah untuk menentukan kombinasi parameter optimal yang dapat menghasilkan briket dengan densitas tinggi dan ikatan partikel yang kuat.
4. Karakteristik fisik dan kimia dari briket hasil sintering dingin dianalisis untuk menilai kelayakan penggunaannya sebagai bahan bakar. Penilaian mencakup kekuatan mekanik, kerapatan fisik (densitas), serta performa pembakaran sebagai indikator utama kualitas briket.
5. Penelitian ini juga membandingkan efisiensi energi dan biaya produksi antara proses sintering dingin dan metode pembuatan briket tradisional. Analisis ini dilakukan untuk menilai keunggulan ekonomi dan keberlanjutan teknologi yang dikembangkan, khususnya dalam skala rumah tangga dan industri kecil-menengah.
6. Untuk mendukung validitas hasil, dilakukan serangkaian pengujian laboratorium, meliputi:
 - Uji Densitas, guna melihat kepadatan material.
 - Uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM), untuk mengamati untuk mengamati morfologi dan struktur mikro permukaan briket.

- Uji *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk melihat komposisi yang mungkin terbentuk akibat pencampuran batubara dan sekam padi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Membuat briket komposit berbasis campuran batubara dan sekam padi menggunakan metode sintering dingin sebagai alternatif bahan bakar padat yang ramah lingkungan dan efisien.
2. Menganalisis pengaruh variasi komposisi campuran batubara dan sekam padi, berguna untuk menentukan kondisi optimal proses pembentukan briket.
3. Mengkarakteristik sifat fisik dan kimia melalui pengujian Densitas, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui bagaimana komposit batubara-sekam padi pada proses sintering dingin.
2. Mempelajari sifat fisik komposit batubara-sekam padi yang baik dan efisien.
3. Mempelajari sifat fisik dan kimia batubara-sekam padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afin, A.P., Kiono, B.F.T., 2021. Potensi Energi Batubara serta Pemanfaatan dan Teknologinya di Indonesia Tahun 2020 – 2050 : Gasifikasi Batubara. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2 (2): 144–122. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11429>
- Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A.B., Andespa, R., Lhokseumawe, P.N., Pengantar, K., 2020. Tugas Akhir Tugas Akhir. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2 (1): 41–49.
- Apip, A., 2020. Biomassa Lahan Basah Kajian Pustaka Karakteristik Biomasa Dan Teknologi Konversi Untuk Energi Terbaruka.
- Arifiadi, F., Wahyudi, K., Manullang, R.J., Nurhidayati, Novianti, H.R., 2022. Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit-Gibsit. *Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia*, 30 (2): 78–89.
- Azzizzah, F.A., 2020. Kajian Mengenai Aliran Fluida Yang Terjadi Ketika Proses Pencampuran Dan Pengadukan Pada Pembuatan Biodisel. *JTI-UNUGHA (Jurnal Teknologi Industri 1–29*.
- Baroto, E.W.K., 2020. Studi Sifat Fisis, Kekuatan Tarik Diametral, dan Kekerasan Vickers pada Komposit Silika/Kaolinite yang di-Sinter pada Suhu 1350 °C.
- Burgess, M., Enzle, M.E., Morry, M., 2000. The social psychological power of photography: Can the image-freezing machine make something of nothing? *European Journal of Social Psychology*, 30. <https://doi.org/10.1002/1099-0992>
- CoorsTek Editorial Team, 2024. An innovation in ceramic manufacturing. URL <https://ceramics.org/ceramic-tech-today/cold-sintering-overview>
- Elma, M., Riani, M., Lestari, A., Sir, A., Harivram, K., Rahma, A., 2023. Fundamental Dan Aplikasi Membran Hollow Fiber Untuk Pengolahan Air. 1 1–287.

- Eni, 2021. Dasar-Dasar, Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.
- Fadli, H., 2019. Pengaruh Penekanan Pellet Silika terhadap Porositas dan Permeabilitas.
- Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, 2025. Material Komposit dan Pemanfaatannya No Title.
- Febriani, A.V., Hanum, F.F., Setiawan, M., Kuncara, J., 2024. Optimalisasi Mutu Batubara Indonesia : Kajian Metode dan Potensi dalam Peningkatan Nilai Kalori Batubara Optimizing the Quality of Indonesian Coal : A Study of Methods and Potential to Increase the Calorific Value of Coal. Eksergi Jurnal Ilmiah Teknik Kimia, 21 (2): 70–76.
- Firda, A., Permatasari, R., Fuad, I.S., 2021. Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Sebagai Material Pengganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Ringan. Jurnal Deformasi, 6 (1): 1. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v6i1.5423>
- Grasso, S., Biesuz, M., Zoli, L., Taveri, G., Duff, A.I., Ke, D., Jiang, A., Reece, M.J., 2020. A review of cold sintering processes. Advances in Applied Ceramics, 119 (3): 115–143. <https://doi.org/10.1080/17436753.2019.1706825>
- Gumelar, R.G., 2019. Sintesis Zeolit-A Berbasis Silika Sekam Padi sebagai Katalis untuk Pengolahan Campuran Sekam Padi Bebas Silika dan Minyak Kelapa Sawit Menjadi Bahan Bakar Cair dengan Metode Pirolisis.
- Gumirat, M.I.I., Satriawan, D., 2021. Analisis Kalor Biobriket Sekam Padi Pada Variasi Perekat Dan Variasi Tekanan. Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENT NOV) ke-VII 598–604.
- Gunawan, G.; Wijayanto, I. G.; Arifin, A.; Trycahyono, G.; Octapia, A., 2023. Study of The Effect Manufacturer of Hydroxyapatite Ceramic Through Cold Sintering Process.

- Gupta, A., Kataria, P., Sharma, V., 2025. Physical, chemical composition and morphological analysis of rice husk reinforced epoxy composites. *Oxford Open Materials Science*, 5 (1). <https://doi.org/10.1093/oxfmat/itaf012>
- Hao, D., Xu, S.K., Tu, S., Zhao, H., Tang, L., 2025. Compressive properties analysis of mono-sized fragmented coal and rock. *Scientific Reports*, 15 (1): 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-99964-z>
- Herbirowo, S., Pramono, A.W., 2021. Fabrikasi Kawat Resistansi Nol Berbahan MgB₂/Stainless Steel dengan Variasi Reduksi Ukuran melalui Pengerolan Dingin terhadap Karakteristik Mekanik dan Struktur Mikro. *Energi & Kelistrikan*, 13 (2): 242–249. <https://doi.org/10.33322/energi.v13i2.1491>
- Herbirowo, S., Pramono, A.W., Sofyan, N., Yuwono, A.H., Imaduddin, A., 2023. Comparative analysis of MgB₂ superconducting wire for various cooling treatments through a sintering process . *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1291 (1): 012019. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1291/1/012019>
- Ilya Rahma Putri, Dudi Nasrudin Usman, 2022. Analisis Kualitas Batubara Berdasarkan Korelasi Nilai HGI, Moisture Content, dan Volatile Matter. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan* 57–64. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.997>
- Kimbonguila, A., Matos, L., Petit, J., Scher, J., Nzikou, J.-M., 2019. Effect of Physical Treatment on the Physicochemical, Rheological and Functional Properties of Yam Meal of the Cultivar “Ngumvu” From Dioscorea Alata L. of Congo. *International Journal of Recent Scientific Research*, 10 (D): 30693–30695. <https://doi.org/10.24327/IJRSR>
- Maher, I., Sarhan, A.A.D., Hamdi, M., 2015. Review of improvements in wire electrode properties for longer working time and utilization in wire EDM machining. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 76 (1–4): 329–351. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6243-3>

- Mekanika, J., Jmst, T., Syamsiro, M., Management, W., Janabadra, U., Yogyakarta, J.T.R.M., 2019. Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Padat Biomassa Dengan Proses Densifikasi Dan Torrefaksi.
- Mohamad, N.F., Hidayu, A.R., Sherif, A.A., Sharifah, A.S.A.K., 2013. Characteristics of bituminous coal, sub-bituminous coal and bottom ash from a coal-fired power plant. BEIAC 2013 - 2013 IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium (January 2018): 571–573. <https://doi.org/10.1109/BEIAC.2013.6560193>
- Mohammed, A., Abdullah, A., 2018. Scanning Electron Microscopy (Sem): a Review. Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics - HERVEX 7–9.
- Mulyadi, D., Rusirawan, D., I, N., 2023. Desain Pembangkit Listrik Turbin Uap Berbahan Bakar Batu Bara yang Efektif dan Ramah Lingkungan. Jurnal Tekno Insentif, 17 (1): 58–68. <https://doi.org/10.36787/jti.v17i1.1083>
- Nasrudin, D.; Setiawan, A.; Fadhli, R., 2024. Pendidikan Energi. Indonesia Emas Group.
- Neraca Energi Nasional, 2021. Pemanfaatan Briket Batubara Masih Belum Optimal. URL <https://www.ogindonesia.com/search/max-results=7?q>
- Ningrum (2023), 2022. . Ningrum 4–5. <https://doi.org/10.31857/s051474922210010x>
- Nisa, A.M., Sitanggang, N.A., 2025. Studi Literatur Potensi Abu Sekam Padi sebagai Bahan Pozzolan Lokal dalam Beton. Journal of Civil Engineering and Planning, 6 2746–6299. <https://doi.org/10.37253/jcep.v6i1.10399>
- Pengaruh, K., Perendaman, M., Impak, K., Cantula, H.L.-, D-, A., Cantula, H.L.-, 2012. Kajian Pengaruh Media Perendaman terhadap Ketangguhan Impak ... (Nurhidayat) 70–75.
- Prakusya, 2019. 3Hqjduxk .Rpsrvlv1)Loohu /Lpedk 3Ro\Surs\Ohqh Gdq 6Hndp 3Dgl 7Hukdgds 6Lidw)Lvlv Gdq 0Hndqln .Rpsrvlw Xqwxn \$Solndvl 3Dsdq 6Hphq 3Duwlno. 8 (2).

- R. S, B., M. A., O., 2020. Combustion Characteristics of High density Briquette produced from Sawdust Admixture and Performance in Briquette Stove. *Global Journal of Science Frontier Research* (June): 79–91. <https://doi.org/10.34257/ljrsvol20is3pg79>
- Restin, R., Ifa, L., Yani, S., 2025. Pengaruh jenis perekat terhadap kualitas biobriket hasil pirolisis limbah biomassa lignoselusa D07. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8 (1): 1119–1131. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i1.41569>
- Rindayatno, R., Lewar, D.O., 2017. Kualitas Briket Arang Berdasarkan Komposisi Campuran Arang Kayu Ulin (*Eusideroxylon Zwageri* Teijsm & Binn) Dan Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*). *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 1 (1): 39–48. <https://doi.org/10.32522/ujht.v1i1.792>
- Rusmalah; Ruspindi; Patria Adhistian; Mairizal, 2022. *Teknik Lingkungan*.
- Sakti, W., Irianto, G., Widiyaningtyas, T., Afnan, M., Syah, A.I., Hadi, A.A., Fuadi, A., Malang, U.N., 2023. *Bulletin of Community Engagement*. 3 (2): 2019–2024.
- Sandy Pica, Z., Syahbuddin, S., Djatmiko, E., 2021. Proses Pembuatan Komposit Baja ASTM A 615 M Oxide Dispersed Strengthening (ODS) Berpenguat Alumina. *Jurnal Syntax Admiration*, 2 (4): 731–745. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i4.206>
- Sardi, B., Ripky, M., Marhum, F.A., Nompo, S., Arif, M., 2023. Analisis proksimat, ultimat, dan kadar sulfur dalam penentuan kualitas batubara pada formasi bobong Pulau Taliabu-Maluku. *Sultra Journal of Mechanical Engineering (SJME)*, 2 (1): 45–53. <https://doi.org/10.54297/sjme.v2i1.443>
- Satriawan, D., Annafi, R., Santoso, A., 2024. Biobriket Sekam Padi Dengan Variasi Partikel Dan Konsentrasi Perekat Molase. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6 (1): 77–85. https://doi.org/10.47767/sehati_abdimas.v6i1.658
- Sausan, S.N., 2022. Pengaruh Variasi Komposisi CaCO_3 Teraktivasi dan Batubara terhadap Pembentukan Foam Glass Ceramic Berbasis Basalt Scoria

Menggunakan Metode Sintering dan Quenching pada Suhu 900 °C dan 1000 °C.

Setyaningsih, S., Dewanti, A., 2022. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Mordenit (Mor) Secara Hidrotermal Menggunakan Kaolin dan Abu Sekam Padi sebagai Sumber Silika. *Molluca Journal of Chemistry Education*, 12 (1): 23–32.

Taufiqurrohman, M., Yusuf, M., 2022. Pemanfaatan Energi Terbarukan dalam Pengolahan Daur Ulang Limbah. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 1 (1): 46–57. <https://doi.org/10.34306/mentari.v1i1.141>

The American Ceramic Society, 2024. Cold Sintering: An Innovation in Ceramic Manufacturing. <https://ceramics.org/ceramic-tech-today/cold-sintering-overview/>

Triandini, H.N., Haryanto, A., Rahmawati, W., 2022. Characteristic of Rice Straw Pellets: Effect of Particle Size and Rice Bran Addition. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1 (1): 32–42.

Vijaya, Idrishi, R., Singh, S., Islam, M., 2025. Processing of Rice Husk and Its Applications (January): 1–26. https://doi.org/10.1007/978-981-96-1082-2_1

Wibowo Kurniawan, E., 2019. Studi Karakteristik Briket Tempurung Kelapa dengan Berbagai Jenis Perekat Briket. *Buletin Loupe*, 15 (01): 7. <https://doi.org/10.51967/buletinloupe.v15i01.24>

Wikipedia Contributors, 2025. Sub-Bituminous Coal [WWW Document]. URL https://en.wikipedia.org/wiki/Sub-bituminous_coal

ZA, N., Maulinda, L., Darma, F., Meriatna, M., 2021. Pengaruh Komposisi Briket Biomassa Kulit Jagung Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9 (2): 35–42. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3668>

Zhu, H., Tan, X., Tu, Q., Mao, Y., Shu, Z., Chen, J., Luo, L., Litnovsky, A., Coenen, J.W., Linsmeier, C., Wu, Y., 2022. Effect of Pressure on Densification and

Microstructure of W-Cr-Y-Zr Alloy during SPS Consolidated at 1000 °C.
Metals, 12 (9). <https://doi.org/10.3390/met12091437>