



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGARUH KOMPOSISI ARANG BATOK KELAPA, SEKAM
PADI, TEKANAN, DAN TEMPERATUR KOMPRESI TERHADAP
NILAI KALOR, *PROXIMATE*, SERTA LAJU PEMBAKARAN
BRIKET**

LAPORAN SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Muhammad Ra'if Hisyam
NIM. 2202411010**

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGARUH KOMPOSISI ARANG BATOK KELAPA, SEKAM
PADI, TEKANAN, DAN TEMPERATUR KOMPRESI TERHADAP
NILAI KALOR, *PROXIMATE*, SERTA LAJU PEMBAKARAN
BRIKET**

LAPORAN SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana
Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Muhammad Ra'if Hisyam

NIM. 2202411010

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSEMBAHAN





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH KOMPOSISI ARANG BATOK KELAPA, SEKAM PADI,
TEKANAN DAN TEMPERATUR KOMPRESI TERHADAP NILAI KALOR,
PROXIMATE SERTA LAJU PEMBAKARAN BRIKET

Oleh:

Muhammad Ra'if Hisyam

NIM. 2202411010

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.

NIP. 197707142008121005

Pembimbing 2

Andv Permana Rusdja, S.S.T., M.T.

NIP. 199302222024061001.

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Radhi Maladzi, S.T., M.T.

NIP. 199307282024061001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH KOMPOSISI ARANG BATOK KELAPA, SEKAM PADI,
TEKANAN, DAN TEMPERATUR KOMPRESI TERHADAP NILAI KALOR,
PROXIMATE, SERTA LAJU PEMBAKARAN BRIKET

Oleh:

Muhammad Ra'if Hisyam

NIM. 2202411010

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan

Penguji pada tanggal 13 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar

Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa
Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Andy Permana Rusdja, S.S.T., M.T. NIP. 199302222024061001	Ketua		21/7/26
2.	Dr. Eng. Priyadi Mumpuni Adhi, S.Si, M.Eng. NIP. 198901312019031009	Penguji 1		21/7/26
3.	Dhea Tisane Ardhan, S.Hum., M.Hum. NIP. 199703082022032018	Penguji 2		21/7/26

Depok,..... 2026

Disahkan Oleh:



Dr. Pand Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



LEMBAR PERNYATAAN ORISIONALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ra'if Hisyam

NIM : 2202411010

Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam laporan Tugas Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (Plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam laporan Tugas Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



Depok, 24 Juli 2026




Muhammad Ra'if Hisyam

NIM. 2202411010

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PENGARUH KOMPOSISI ARANG BATOK KELAPA, SEKAM PADI, TEKANAN, DAN TEMPERATUR KOMPRESI TERHADAP NILAI KALOR, *PROXIMATE*, SERTA LAJU PEMBAKARAN BRIKET

Muhammad Ra'if Hisyam¹, Muslimin², Andy Permana Rusdja³

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: muhammad.raif.hisyam.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Limbah batok kelapa dan sekam padi memiliki potensi sebagai bahan baku briket biomassa untuk menghasilkan bahan bakar padat alternatif. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh komposisi arang batok kelapa, arang sekam padi, tekanan pemadatan, dan temperatur pencetakan terhadap nilai kalor serta mengetahui karakteristik densitas, proksimat, laju pembakaran, morfologi permukaan, komposisi unsur, dan gugus fungsi briket. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan rancangan Taguchi L9 (3⁴). Variasi komposisi arang batok kelapa dan arang sekam padi sebesar 55:25%, 50:30%, dan 45:35%, dengan molase 10% dan air 10%. Tekanan pemadatan sebesar 150, 130, dan 100 bar, sedangkan temperatur pencetakan sebesar 140, 120, dan 90°C. Nilai kalor dianalisis menggunakan *Signal to Noise Ratio* dengan karakteristik *larger is better*, sedangkan parameter pendukung dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan nilai kalor tertinggi pada Sampel 5 sebesar 5224 kal/g dan terendah pada Sampel 8 sebesar 4663 kal/g. Analisis Taguchi menunjukkan arang batok kelapa sebagai faktor paling dominan terhadap nilai kalor. Densitas briket berada pada rentang 0,50–0,60 g/cm³. Hasil proksimat menunjukkan kadar air 3,80–6,20%, kadar abu 4,20–7,10%, zat terbang 13,20–15,20%, dan karbon terikat 71,70–80,50%. Laju pembakaran berada pada rentang 0,145–0,282 g/menit. Analisis SEM-EDS pada Sampel 5 menunjukkan permukaan berpori dan tidak homogen dengan dominasi unsur karbon sebesar 66,09–69,16 wt%. Analisis FTIR menunjukkan gugus O–H, C–H alifatik, C=C aromatik, dan C–O/Si–O yang mengindikasikan keberadaan struktur karbon dan karakter kimia biomassa hasil karbonisasi.

Kata kunci: briket biomassa, arang batok kelapa, arang sekam padi, Taguchi, nilai kalor, SEM-EDS, FTIR..



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PENGARUH KOMPOSISI ARANG BATOK KELAPA, SEKAM PADI, TEKANAN DAN TEMPERATUR KOMPRESI TERHADAP NILAI KALOR, *PROXIMATE* SERTA LAJU PEMBAKARAN BRIKET

Muhammad Ra'if Hisyam¹, Muslimin², Andy Permana Rusdja³

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: muhammad.raif.hisyam.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

Coconut shell and rice husk wastes have potential as raw materials for biomass briquettes as an alternative solid fuel. This study aimed to analyze the effects of coconut shell charcoal composition, rice husk charcoal composition, compaction pressure, and molding temperature on calorific value and to evaluate the density, proximate characteristics, burning rate, surface morphology, elemental composition, and functional groups of the briquettes. An experimental method based on a Taguchi L9 (3⁴) design was applied. The coconut shell charcoal and rice husk charcoal compositions were varied at 55:25%, 50:30%, and 45:35%, with 10% molasses and 10% water. Compaction pressures of 150, 130, and 100 bar and molding temperatures of 140, 120, and 90°C were applied. The calorific value was analyzed using the Signal-to-Noise Ratio with the larger-is-better characteristic, while the supporting parameters were analyzed descriptively. The results showed that Sample 5 produced the highest calorific value of 5224 cal/g, whereas Sample 8 produced the lowest value of 4663 cal/g. The Taguchi analysis identified coconut shell charcoal as the most dominant factor affecting calorific value. Briquette density ranged from 0.50 to 0.60 g/cm³. Proximate analysis showed moisture content of 3.80–6.20%, ash content of 4.20–7.10%, volatile matter of 13.20–15.20%, and fixed carbon of 71.70–80.50%. The burning rate ranged from 0.145 to 0.282 g/min. SEM-EDS analysis of Sample 5 revealed a porous and heterogeneous surface dominated by carbon at 66.09–69.16 wt%. FTIR analysis identified O–H, aliphatic C–H, aromatic C=C, and C–O/Si–O functional groups, indicating the presence of carbon structures and the chemical characteristics of carbonized biomass. These results demonstrate that material composition and molding conditions contribute to the energy, physical, and chemical characteristics of biomass briquettes.

Keywords: biomass briquette, coconut shell charcoal, rice husk charcoal, Taguchi method, calorific value, SEM-EDS, FTIR.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan tugas skripsi berjudul **“Pengaruh Komposisi Arang Batok Kelapa, Sekam Padi, Tekanan, dan Temperatur Kompresi Terhadap Nilai Kalor, *Proximate*, Serta Laju Pembakaran Briket”**. Penyusunan skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan tugas skripsi ini tidak lepas dari dukungan, arahan, serta bantuan dari berbagai pihak. Karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Radhi Maladzi, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., I.W.E. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Andy Permana Rusdja, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberi dukungan, sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Rekan-rekan kelas 8A Teknologi Rekayasa Manufaktur yang telah memberikan semangat dan dukungan selama proses penyusunan tugas akhir.

Depok, 24 Juli 2026

Muhammad Ra'if Hisyam



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah Penelitian	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Landasan Teori	8
2.1.1 Biomassa	8
2.1.2 Briket	9
2.1.3 Material Komposit	10
2.1.4 Batok Kelapa	12
2.1.5 Sekam Padi	13
2.1.6 Molase Tebu	14
2.1.7 Saringan (<i>mesh</i>)	15
2.1.8 Compression Molding	15
2.1.9 Perhitungan Komposisi	16
2.1.10 Metode Taguchi	17
2.1.11 Nilai Kalor	20
2.1.12 <i>Bomb calorimeter</i>	20
2.1.13 Uji Proximate (Kadar Air, Kadar Abu, Kadar Zat Terbang, dan Karbon Terikat)	21
2.1.12.1 Kadar Air	21
2.1.12.2 Kadar abu	21
2.1.12.3 Kadar Zat Terbang	22
2.1.12.4 Kadar Karbon Terikat	22
2.1.14 Laju Pembakaran (<i>burnig rate</i>)	23
2.1.15 Densitas	23
2.1.16 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	24
2.1.17 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i>	25
2.2 Kajian Literatur	26
2.3 Kerangka Pemikiran	33

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III METODE PENELITIAN.....	35
3.1. Jenis Penelitian.....	35
3.2. Objek Penelitian.....	36
3.3. Metode Pengambilan Sampel	36
3.4. Jenis dan Sumber data.....	37
3.5. Metode Pengumpulan Data Penelitian.....	37
3.6. Metode Analisis Data.....	37
3.7. Diagram Alir Penelitian	38
3.8. Penjelasan Diagram Alir	39
3.8.1 Identifikasi Masalah	39
3.8.2 Kajian Literatur	39
3.8.3 Persiapan Alat dan Bahan.....	39
3.8.1 Pembuatan Briket.....	40
3.8.2 Pengujian Spesimen	42
3.8.3 Analisis Hasil Pengujian Briket	45
3.8.4 Kesimpulan dan saran	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1. Hasil Manufaktur Briket	46
4.2. Hasil Pengujian Nilai Kalor.....	49
4.2.1 Data Hasil Pengujian Nilai Kalor	49
4.2.2 Analisis <i>Signal to Noise Ratio</i> Nilai Kalor	51
4.4. Hasil dan Analisis Densitas.....	54
4.5. Hasil Pengujian <i>Proximate</i>	56
4.3.1 Data Hasil Pengujian dan Analisis Kadar Air	56
4.3.2 Data Hasil Pengujian dan Analisis Kadar Abu	58
4.3.3 Data Hasil Pengujian dan Analisis Kadar Zat Terbang	60
4.3.4 Data Hasil Pengujian dan Analisis <i>Fixed Carbon</i>	63
4.6. Data Hasil Pengujian dan Analisa Laju Pembakaran.....	65
4.7. Analisis <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	67
4.8. Analisa <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i>	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1 KESIMPULAN.....	75
5.2 SARAN.....	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	83



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Biomasa [18].	8
Gambar 2. 2 Arang Batok Kelapa [21].	12
Gambar 2. 3 Arang Sekam Padi [28].	13
Gambar 2. 4 Molase Tebu [31].	14
Gambar 2. 5 Compression Molding [36].	16
Gambar 2. 6 Kerangka Pemikiran	34
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 3. 2 <i>Bomb Calorimeter</i>	43
Gambar 3. 3 Aqua DM	43
Gambar 3. 4 Timbangan Digital	43
Gambar 4. 1 Grafik Nilai Kalor	50
Gambar 4. 2 <i>Main Effect Plot Nilai Kalor</i>	53
Gambar 4. 3 Grafik Densitas	55
Gambar 4. 4 Grafik Kadar Air	57
Gambar 4. 5 Grafik Kadar abu	59
Gambar 4. 6 Grafik Kadar Zat Terbang	62
Gambar 4. 7 Grafik <i>Fixed Carbon</i>	64
Gambar 4. 8 Grafik Laju Pembakaran	66
Gambar 4. 9 Hasil SEM-EDS Briket Daerah 1	68
Gambar 4. 10 Hasil SEM-EDS Briket Daerah 2	71
Gambar 4. 11 Hasil FTIR dari nilai kalor tertinggi	73

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Mutu Briket [22]	10
Tabel 2. 2 <i>Orthogonal array</i>	18
Tabel 2. 3 Kajian Literatur	26
Tabel 3.1 Tabel variabel bebas	35
Tabel 3.2 Sampel Penelitian	36
Tabel 3. 3 Alat dan Bahan	39
Tabel 3. 4 Langkah-langkah pembuatan briket	41
Tabel 4. 1 <i>Orthogonal Array L9</i>	46
Tabel 4. 2 Hasil Briket	46
Tabel 4. 3 Hasil Nilai Kalor	49
Tabel 4. 4 <i>Signal to Noise Ratios</i> Nilai Kalor	51
Tabel 4. 5 repon rata-rata <i>SNR</i>	52
Tabel 4. 6 Hasil Densitas	54
Tabel 4. 7 Keterangan sampel densitas	54
Tabel 4. 8 Hasil Data Kadar Air	56
Tabel 4. 9 keterangan sampel kadar air	57
Tabel 4. 10 Hasil Data Kadar Abu	58
Tabel 4. 11 Keterangan sampel kadar abu	59
Tabel 4. 12 Hasil Data Kadar Zat Terbang	61
Tabel 4. 13 Keterangan sampel zat terbang	61
Tabel 4. 14 Data Hasil <i>Fixed Carbon</i>	63
Tabel 4. 15 Keterangan sampel <i>fixed carbon</i>	63
Tabel 4. 16 Data Hasil Laju Pembakaran	65
Tabel 4. 17 Keterangan sampel laju pembakaran	65
Tabel 4. 18 Analisis Spektrum FTIR dari nilai kalor tertinggi	73

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses pembuatan	83
Lampiran 2 Pengujian SEM-EDS	84
Lampiran 3 Pengujian Nilai Kalor	88
Lampiran 4 Pengujian Laju Pembakaran	89
Lampiran 5 Pengujian FTIR	90





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi global terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan aktivitas ekonomi. Cadangan bahan bakar fosil terus menurun, sedangkan penggunaannya masih menghasilkan emisi yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Kondisi ini mendorong pengembangan energi terbarukan yang layak secara teknis dan ekonomi [1]. Kondisi ini juga sejalan dengan komitmen Indonesia menuju Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060 atau lebih cepat. Pemerintah Indonesia mendorong pengembangan energi terbarukan, konservasi energi, dan teknologi bersih untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Dalam konteks tersebut, pemanfaatan biomassa dari limbah pertanian sebagai briket menjadi salah satu bentuk dukungan terhadap transisi energi rendah karbon [2] .

Biomassa dari limbah pertanian menjadi salah satu bahan yang dapat dikembangkan sebagai energi alternatif. Bahan ini memiliki pasokan melimpah, biaya produksi relatif rendah, serta kandungan sulfur dan nitrogen yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil. Briket biomassa mengubah limbah tersebut menjadi bahan bakar padat yang lebih mudah disimpan, dipindahkan, dan digunakan [3].

Indonesia memiliki potensi biomassa yang besar dari sektor pertanian dan perkebunan. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa sekam padi menyumbang sekitar 20–25% dari berat gabah kering panen. Berdasarkan tingkat produksi padi nasional tahun 2025, potensi limbah sekam padi diperkirakan mencapai 1,68 juta ton. limbah tempurung kelapa juga memiliki potensi besar, yaitu sekitar 2,86 juta ton [4]. Jumlah tersebut menunjukkan bahwa sekam padi dan batok kelapa dapat digunakan sebagai bahan baku briket biomassa. Pemanfaatan kedua limbah ini juga dapat meningkatkan nilai ekonomi bahan yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara optimal [4].

Biobriket sekam padi menghasilkan nilai kalor 2.700–4.400 kal/g, tetapi kadar abunya tinggi di atas 10%, yang menurunkan efisiensi pembakaran dan meningkatkan residu [5]. Sebaliknya, batok kelapa memiliki nilai kalori yang lebih tinggi 6.500-7.600 kal/g. dan memiliki kadar air yang rendah sekitar 3-4%



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan kadar abu yang rendah sekitar 2% dibandingkan sekam padi. Arang tempurung kelapa menghasilkan nilai kalor lebih tinggi 6.500–7.600 kal/g, kadar air sekitar 3–4%, dan kadar abu sekitar 2%. Struktur lignoselulosa tempurung kelapa juga menstabilkan laju pembakaran [6],[7].

Briket biomassa memiliki potensi sebagai bahan bakar untuk rumah tangga, UMKM, dan proses pembakaran industri [8]. Industri semen menjadi salah satu sektor dengan kebutuhan energi panas yang tinggi [9]. Briket biomassa dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif atau bahan bakar pendamping untuk mengurangi penggunaan batubara. Pemanfaatan tersebut memerlukan briket dengan nilai kalor, karakteristik proksimat, dan laju pembakaran yang sesuai [10].

Parameter proses juga menentukan kualitas briket yang dihasilkan. Temperatur pencetakan yang lebih tinggi dapat membantu menurunkan kadar air dan meningkatkan densitas energi [11]. Tekanan pemadatan yang lebih tinggi dapat membuat struktur briket lebih rapat. Struktur yang lebih rapat membentuk pori yang lebih kecil, sehingga briket dapat terbakar lebih lambat dan menghasilkan panas lebih stabil [12]. Kombinasi komposisi bahan, tekanan, dan temperatur perlu dianalisis karena setiap faktor dapat mengubah nilai kalor, proksimat, dan laju pembakaran.

Ukuran partikel bahan juga perlu dikendalikan karena dapat memengaruhi proses pencampuran, pemadatan, dan kerapatan briket. Pada penelitian ini, ukuran partikel arang batok kelapa dan arang sekam padi diseragamkan menggunakan ayakan 60 mesh sebagai variabel kontrol [13]. Penyeragaman ukuran partikel dilakukan agar perbedaan hasil briket lebih dipengaruhi oleh komposisi bahan, tekanan pemadatan, dan temperatur pencetakan, bukan oleh perbedaan ukuran partikel bahan [13].

Penelitian sebelumnya telah menguji komposisi 50:50% dan 70:30% menggunakan perekat tapioka pada tekanan pemadatan maksimum 69 bar. Tiga celah penelitian belum mengetahui efek tekanan di atas 100 bar, potensi molase tebu sebagai perekat alternatif yang menambah nilai kalori sekaligus daya ikat, dan hubungan antara parameter proses dengan mikrostruktur briket yang diamati melalui *SEM-EDS* [14].

Penelitian ini menganalisis briket biomassa berbahan arang batok kelapa dan arang sekam padi dengan variasi komposisi bahan, tekanan pemadatan, dan temperatur pencetakan. Komposisi bahan yang digunakan terdiri dari 55:25%,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

50:30%, dan 45:35% [15], dengan penambahan molase tebu 10% [16] dan air 10% sebagai bahan pendukung [17]. Proses pencetakan dilakukan pada tekanan 150 bar, 130 bar, dan 100 bar [14], serta temperatur 140°C, 120°C, dan 90°C [11]. Nilai kalor digunakan sebagai respons utama dalam metode Taguchi karena briket ditujukan sebagai bahan bakar alternatif, sehingga kemampuan menghasilkan energi panas menjadi indikator utama. Sementara itu, hasil uji proksimat dan laju pembakaran digunakan sebagai data pendukung untuk menilai mutu briket secara lebih menyeluruh. Analisis *SEM-EDS* (*Scanning Elektron Microscope - Energy Dispersive Spectroscopy*) dan *FTIR* (*Fourier Transform Infrared*) dilakukan pada sampel dengan nilai kalor tertinggi untuk menjelaskan struktur mikro dan komposisi unsur pada briket.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah penelitian ini berangkat dari kebutuhan bahan bakar alternatif berbasis biomassa melalui pemanfaatan limbah pertanian, khususnya arang batok kelapa dan arang sekam padi. Briket biomassa tidak hanya dituntut berasal dari bahan limbah, tetapi juga harus memiliki kualitas energi dan pembakaran yang baik, terutama nilai kalor tinggi, karakteristik proksimat yang sesuai, serta laju pembakaran yang stabil. Arang batok kelapa berperan sebagai sumber karbon utama karena memiliki nilai kalor lebih tinggi dan kadar abu lebih rendah, sedangkan arang sekam padi berperan sebagai bahan pengisi yang memengaruhi porositas, kadar abu, dan karakter pembakaran. Kombinasi kedua bahan tersebut dengan molase sebagai perekat masih perlu dianalisis lebih lanjut, terutama pada variasi tekanan pemadatan dan temperatur pencetakan.

Penelitian ini menguji variasi arang batok kelapa dan arang sekam padi sebesar 55:25%, 50:30%, dan 45:35% dengan penambahan molase 10% dan air 10%, tekanan pemadatan 150 bar, 130 bar, dan 100 bar, serta temperatur 140°C, 120°C, dan 90°C terhadap nilai kalor, karakteristik proksimat, densitas, dan laju pembakaran briket. Metode Taguchi digunakan untuk menentukan faktor dominan dan kombinasi parameter terbaik berdasarkan respons utama nilai kalor, sedangkan proksimat, laju pembakaran dan *SEM-EDS* (*Scanning Elektron Microscope - Energy Dispersive Spectroscopy*) dan *FTIR* (*Fourier Transform Infrared*) digunakan sebagai data pendukung dalam mengevaluasi kualitas briket.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi arang batok kelapa, arang sekam padi, tekanan dan temperatur terhadap nilai kalor briket biomassa serta faktor dominan berdasarkan metode Taguchi?
2. Bagaimana karakteristik proksimat, densitas, dan laju pembakaran briket biomassa berdasarkan variasi komposisi bahan, tekanan, dan temperatur?
3. Bagaimana morfologi permukaan dan komposisi unsur pada sampel briket dengan nilai kalor tertinggi berdasarkan hasil SEM-EDS?

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Berikut merupakan batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang batok kelapa sebagai fase karbon utama, arang sekam padi sebagai filler, serta molase sebagai perekat dengan penambahan air sebagai bahan pencampur.
2. Variasi komposisi dibatasi pada rasio arang batok kelapa dan arang sekam padi sebesar 55:25%, 50:30%, dan 45:35%, dengan molase 10% dan air 10%. Rasio ini dipilih untuk melihat pengaruh perubahan komposisi bahan utama secara bertahap terhadap kualitas briket. Molase dan air dibuat tetap agar perbedaan hasil lebih dipengaruhi oleh arang batok kelapa, arang sekam padi, tekanan pemadatan, dan temperatur pencetakan
3. Rentang level faktor proses dibatasi sesuai rancangan eksperimen L9, yaitu tekanan 150 bar, 130 bar, dan 100 bar serta temperatur pencetakan 140°C, 120°C, dan 90°C. karena mesin *compression molding* yang digunakan pada saat proses pembuatan tidak kuat mengalami bebas tinggi disebabkan peyangga/ besi holo sudah mengalami bending.
4. Proses pembuatan briket dilakukan menggunakan metode *compression molding*, sehingga bentuk dan ukuran briket mengikuti cetakan yang digunakan dalam proses pencetakan.
5. Respons utama yang dianalisis menggunakan metode Taguchi dibatasi pada nilai kalor dengan karakteristik larger is better. Parameter proksimat dan laju pembakaran digunakan sebagai data pendukung mutu briket.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Parameter proksimat yang dianalisis dibatasi pada kadar air, kadar abu, zat terbang, dan karbon terikat, kemudian dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000 sebagai standar mutu briket arang.
7. Ukuran partikel arang batok kelapa dan arang sekam padi diseragamkan menggunakan ayakan 60 mesh sebagai variabel kontrol. Pemilihan ukuran ini bertujuan agar perbedaan briket lebih banyak dipengaruhi oleh komposisi bahan, tekanan pemadatan, dan temperatur pencetakan, bukan oleh perbedaan ukuran partikel.
8. Pengujian briket pada penelitian ini dibatasi pada nilai kalor, proksimat, densitas, laju pembakaran, *FTIR* dan SEM-EDS. Parameter kuat tekan tidak diuji karena keterbatasan alat uji tekan.
9. Pengujian SEM-EDS hanya dilakukan pada sampel dengan nilai kalor tertinggi berdasarkan hasil pengujian bomb calorimeter.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi komposisi arang batok kelapa, arang sekam padi, tekanan, dan temperatur terhadap nilai kalor briket biomassa serta menentukan faktor dominan menggunakan metode Taguchi.
2. Mengetahui karakteristik proksimat, densii, dan laju pembakaran briket biomassa sebagai parameter pendukung mutu bahan bakar padat.
3. Menganalisis morfologi permukaan, komposisi unsur, dan gugus fungsi pada sampel dengan nilai kalor tertinggi menggunakan SEM-EDS dan *FTIR*.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut.

A. Manfaat Bagi Mahasiswa

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memahami dan menganalisis pengaruh komposisi arang batok kelapa, arang sekam padi, tekanan pemadatan, dan temperatur pencetakan terhadap kualitas briket biomassa. Penelitian ini juga dapat menambah pemahaman mahasiswa mengenai pengujian nilai kalor,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

proksimat, densitas, laju pembakaran, serta analisis SEM-EDS pada briket sebagai bahan bakar padat alternatif.

B. Manfaat Bagi Lingkungan dan Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendorong pemanfaatan limbah arang batok kelapa dan arang sekam padi menjadi produk bahan bakar padat yang bernilai tambah. Pemanfaatan limbah biomassa tersebut dapat membantu mengurangi penumpukan limbah pertanian dan perkebunan. Selain itu, briket biomassa dapat menjadi alternatif bahan bakar bagi rumah tangga dan UMKM yang membutuhkan sumber energi panas untuk proses produksi sederhana. Pemanfaatan briket ini juga mendukung pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.

C. Manfaat Bagi Politeknik Negeri Jakarta

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan penelitian terapan di bidang energi terbarukan, khususnya pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini juga dapat memperkuat kontribusi Politeknik Negeri Jakarta dalam pengembangan teknologi briket biomassa yang ramah lingkungan dan sesuai dengan kebutuhan energi berkelanjutan.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Skripsi ini disusun dalam beberapa bab sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas latar belakang penelitian, pertanyaannya penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori yang mendasari penelitian ini serta literatur yang terkait kajian seperti biomassa, briket, arang sekam padi, arang batok kelapa dan pengujian nilai kalor, proximate dan laju pembakaran.

BAB III METODOLOGI Pengerjaan Skripsi

Bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan dalam penelitian. Ini mencakup jenis penelitian, subjek penelitian, teknik pengambilan sampel, jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian, serta teknik pengumpulan dan analisis data yang digunakan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil pembuatan briket sebagai bahan alternatif, yaitu analisis pengujian nilai kalor bomb calorimeter, analisis proximate, densitas, dan laju pembakaran briket serta Scanning Electron Microscopy (SEM). Hasil ini disertakan dengan tabel, grafik, dan gambar.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merangkum hasil penelitian untuk menjawab dari hasil-hasil pengujian penelitian yang terdiri dari rumusan masalah dan tujuan masalah penelitian. Bab ini juga memuat saran sebagai bahan pertimbangan untuk melanjutkan penelitian selanjutnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil fabrikasi dan pengujian briket biomassa berbahan arang batok kelapa dan arang sekam padi, tekanan serta temperatur yang telah dilakukan disimpulkan dalam penelitian ini:

1. variasi komposisi arang batok kelapa, arang sekam padi, tekanan pemadatan, dan temperatur pencetakan memengaruhi kualitas briket biomassa yang dihasilkan. Komposisi arang batok kelapa berperan sebagai faktor utama dalam peningkatan nilai kalor karena bahan tersebut memiliki kandungan karbon yang lebih tinggi dibandingkan arang sekam padi. Hasil analisis Taguchi menunjukkan bahwa pemilihan komposisi bahan dan parameter pencetakan yang tepat diperlukan untuk memperoleh briket dengan performa pembakaran yang lebih baik.
2. Karakteristik densitas, proksimat, dan laju pembakaran menunjukkan bahwa mutu briket dipengaruhi oleh kerapatan struktur, kadar air, kadar abu, zat terbang, dan karbon terikat. Densitas briket yang berada dalam rentang standar menunjukkan bahwa proses pencetakan mampu menghasilkan briket dengan kerapatan yang sesuai. Kadar air dan kadar abu yang rendah mendukung peningkatan mutu briket, sedangkan kadar zat terbang dan karbon terikat memengaruhi kestabilan pembakaran. Laju pembakaran yang berbeda pada setiap sampel menunjukkan bahwa komposisi bahan dan kondisi pencetakan berpengaruh terhadap kecepatan habisnya massa briket saat pembakaran.
3. Hasil SEM-EDS dan FTIR menunjukkan bahwa sampel dengan nilai kalor tertinggi memiliki struktur permukaan berpori, tidak homogen, didominasi unsur karbon, serta mengandung gugus fungsi O-H, C-H, C=C, dan C-O. Struktur berpori menunjukkan adanya celah antarpartikel yang terbentuk selama proses pencampuran dan pemadatan, sedangkan dominasi unsur karbon mendukung peran arang batok kelapa sebagai sumber energi utama. Spektrum FTIR memperkuat karakter kimia material melalui keberadaan struktur karbon alifatik dan aromatik hasil karbonisasi



SARAN

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan metode optimasi multi-respons, seperti GRA, agar nilai kalor, proksimat, dan laju pembakaran dapat dianalisis secara bersamaan.
2. Variasi komposisi arang batok kelapa dan arang sekam padi perlu diperluas agar diperoleh rasio campuran yang lebih optimal.
3. Jenis dan kadar perekat perlu divariasikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas briket.
4. Pengujian fisik seperti, kuat tekan, dan ketahanan jatuh perlu ditambahkan agar mutu briket dapat dinilai lebih lengkap.
5. Pengujian SEM-EDS sebaiknya dilakukan pada beberapa sampel agar perbandingan struktur mikro dan komposisi unsur lebih jelas.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "Muhammad Fardin Ika Nurjannah Abstrak," 2021.
- [2] Kementrian ESSDM, *Buku Pegangan Statistik Energi dan Ekonomi Indonesia*.
- [3] B. O. Ondari, S. Kimutai, and E. Mukubwa, "Combustion Characteristics of Briquettes of Different Feed-Stock of Agricultural Wastes a Review," vol. X, no. 2454, pp. 1654–1662, 2025, doi: 10.51584/IJRIAS.
- [4] BPS Kalimantan Timur, "Luas Panen dan Produksi Padi diProvinsi Kalimantan Timur (AngkaSementara, Hasil KSA AmatanSeptember 2025)," no. 100, 2025.
- [5] M. I. I. Gumirat and D. Satriawan, "Analisis Kalor Biobriket Sekam Padi Pada Variasi Perekat Dan Variasi Tekanan," *Semin. Nas. Terap. Ris. Ino atif (SENT NOV) ke-VII*, pp. 598–604, 2021.
- [6] M. S. F. - and Siti Fatimah Nurhayati, "Pemanfaatan Briket Arang Tempurung Kelapa sebagai Energi Alternatif," *Determ. J. Penelit. Ekon. Manaj. dan Akunt.*, vol. 2, no. 2, pp. 118–123, 2024, doi: 10.23917/determinasi.v2i2.227.
- [7] Pusdatin, *Outlook Komoditas Perkebunan Kopi*. 2020.
- [8] S. U. Yunusa *et al.*, "Development and optimization of rice husk composite briquettes as a sustainable cooking energy solution in Nigeria," *Next Energy*, vol. 8, no. June, p. 100360, 2025, doi: 10.1016/j.nxener.2025.100360.
- [9] H. N. M. Lakshika, U. S. P. R. Arachchige, and P. A. Koliyabandara, "Production of Rice Husk Derived Biomass Briquettes for Boilers," *SLIIT Int. Conf. Eng. Technol.*, vol. 286, no. 286, pp. 286–298, 2024.
- [10] K. E. Ugwu, C. G. Ezema, C. N. Ibeto, and I. F. Okafor, "Properties of biocoal briquettes from mesoporous coals and rice husk and their effects on environmental pollution," *Discov. Environ.*, vol. 2, no. 1, 2024, doi: 10.1007/s44274-024-00141-2.
- [11] B. Press, J. I. Orisaleye, S. O. Jekayinfa, C. Dittrich, and O. F. Obi, "Effects of Feeding Speed and Temperature on Properties of Briquettes from Poplar Wood Using a Hydraulic," 2023.
- [12] Z. A. Alvarado-ojeda *et al.*, "Heliyon Hydroalcoholic extract from *Sechium edule* (Jacq .) S . w . root reverses oleic acid-induced steatosis and insulin resistance in vitro," vol. 10, no. December 2023, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e24567.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [13] A. W. Nørgaard, J. D. Kudal, V. Kofoed-Sørensen, I. K. Koponen, and P. Wolkoff, "Ozone-initiated VOC and particle emissions from a cleaning agent and an air freshener: Risk assessment of acute airway effects," *Environ. Int.*, vol. 68, pp. 209–218, 2014, doi: 10.1016/j.envint.2014.03.029.
- [14] D. D. K. Mahardika, "Production Of Briquettes From A Blend Of Rice Husks And Palm Kernel Shells As An Alternative Solid Fuel," vol. 8, no. February, pp. 4–6, 2024.
- [15] V. A. Yiga, A. Nuamanya, A. Birungi, M. Lubwama, and H. N. Lubwama, "Development of carbonized rice husks briquettes: Synergy between emissions, combustion, kinetics and thermodynamic characteristics," *Energy Reports*, vol. 9, pp. 5977–5991, 2023, doi: 10.1016/j.egyr.2023.05.066.
- [16] J. M. T. Celestino, P. O. Lating, B. Nabuuma, and V. A. Yiga, "Effects of clay, gum Arabic and hybrid binders on the properties of rice and coffee HUSK briquettes," *Results Eng.*, vol. 20, no. October, p. 101488, 2023, doi: 10.1016/j.rineng.2023.101488.
- [17] E. Yustanti, A. Muharman, and A. Tri, "The Effect of Wood Tar and Molasses Composition on Calorific Value and Compressive Strength in Bio-coke Briquetting," vol. 11, no. 3, pp. 600–607, 2022.
- [18] A. P. A. P. · 2023 Hendrix Yulis Setyawan , Juwita Ratna Dewi , Devy Ulandari , Dinda Agustin Pratiwi, "Energi Biomassa," Google Books. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Energi_Biomassa/X3XzEAAAQBAJ?hl=en&gbpv=0
- [19] S. J. Sofán-Germán, F. L. Acuña-Izquierdo, J. D. Rhenals-Julio, K. P. Cacia Madero, and J. M. Mendoza-Fandiño, "Thermochemical Characterization of Coconut Husk, Rice Husk, and Mineral Coal: A Comparative Assessment for Energy Applications," *Biomass (Switzerland)*, vol. 5, no. 4, pp. 1–16, 2025, doi: 10.3390/biomass5040077.
- [20] H. Ostergard, "Bioenergy and emerging biomass conversion technologies," pp. 1–7, 2007.
- [21] A. S. Erdiyanto, M. H. Asshidiqi, and G. Syachrir, "Bio-Briquettes Production from Spent Coffee Grounds, Composite Organic Waste, and Coconut Shells by Using Carbonization," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1395, no. 1, 2024, doi: 10.1088/1755-1315/1395/1/012010.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [22] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Pelet biomassa untuk energi," 2018.
- [23] K. Paramonova *et al.*, "Assessment of Quality and Combustion Characteristics of Briquettes Derived from Giant Hogweed Biomass," *Agronomy*, vol. 15, no. 9, pp. 1–15, 2025, doi: 10.3390/agronomy15092213.
- [24] K. et al 2023, "Bentuk pembuatan briket," vol. 32, no. 3, pp. 167–186, 2021.
- [25] B. Rudyanto, I. Rida, Z. Ulma, D. Ari, and M. Hijiriawan, "Utilization of Cassava Peel (*Manihot utilissima*) Waste as an Adhesive in the Manufacture of Coconut Shell (*Cocos nucifera*) Charcoal Briquettes," vol. 12, no. 2, pp. 270–276, 2023.
- [26] M. Lubwama, A. Birungi, A. Nuwamanya, and V. Andrew, "Characteristics of rice husk biochar briquettes with municipal solid waste cassava , sweet potato and matooke peelings as binders," pp. 243–254, 2024.
- [27] E. Mardawati, A. K. R. amadhan, A. Kusnaty, I. Ardiansah, and H. N. Fitriana, "Biobriquette: A Mixture of Palm Kernel Shell and Coconut Shell, an Indonesian Study Case," *Ecol. Environ. Conserv.*, vol. 28, no. 3, pp. 1611–1618, 2022, doi: 10.53550/eec.2022.v28i03.070.
- [28] S. Mustafa and S. Ibrahim, "Thermal and Physical Properties of Briquette Fuels from Coconut Shells and Cocoa Shells," *Bioresour. Environ.*, vol. 1, no. 3, pp. 45–53, 2023, doi: 10.24191/bioenv.v1i3.39.
- [29] Rindayatno, Finsya Annisa Cahya Shafiera, Baktiriani Banda Padang, Tersisius Tigang, and Agus Nur Fahmi, "Characteristics of Charcoal Briquettes, Activated Charcoal, and Liquid Smoke from Rice Husk (*Oriza sativa* L.)," *Formosa J. Sustain. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 97–112, 2023, doi: 10.55927/fjsr.v2i1.2661.
- [30] S. Kaniapan *et al.*, "A Review of The Sustainable Utilization of Rice Residues for Bioenergy Conversion Using Different Valorization Techniques, their Challenges and Techno-Economic Assessment," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 6, pp. 1–30, 2022, doi: 10.3390/ijerph19063427.
- [31] P. S. Dewi and R. Rasmiyana, "Sugarcane Molasses: Composition, Challenges, and Utilization as an Economically Valuable Raw Material," *J. Teknol. dan Mutu Pangan*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2025, doi: 10.30812/jtmp.v4i1.4764.
- [32] C. J. Calderón and J. Ancheyta, "Modeling of CSTR and SPR small-scale isothermal reactors for heavy oil hydrocracking and hydrotreating G R A P H I C A L A B S T R A C T," *Fuel*, vol. 216, no. September 2017, pp. 852–860,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2018, doi: 10.1016/j.fuel.2017.11.089.

- [33] A. Syarief *et al.*, “Effect of Variation Form (Quadrilateral and Hexagon), Particle Size and Pressure on the Characteristics of Burning Charcoal Wood Waste Briquettes Alaban and Rice Husk,” *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat.*, vol. 6, no. 1, pp. 43–52, 2021, doi: 10.20527/sjmekinematika.v6i1.187.
- [34] L. Abdullahi, M. Abubakar, and B. Ndagi, “Original Research Article Effect of Compaction Pressure and Biomass Type (Rice Husk and Sawdust) on Some Physical and Combustion Properties of Briquettes,” vol. 17, no. March, pp. 61–70, 2021.
- [35] A. Mali, B. Crisanto Putra Mbulu, and N. Tugur Redationo, “Comparison of Particles Size and Pressure of Coconut Shell Charcoal Brickets on Combustion Time and Temperature,” *Mech. Energy Mater.*, vol. 2, no. 2, pp. 01–05, 2024, doi: 10.59581/metal.v2i2.97.
- [36] M. Czepiel, M. Bańkosz, and A. Sobczak-Kupiec, “Advanced Injection Molding Methods: Review,” *Materials (Basel)*., vol. 16, no. 17, 2023, doi: 10.3390/ma16175802.
- [37] J. Tanko, U. Ahmadu, U. Sadiq, and A. Muazu, “Characterization of Rice Husk and Coconut Shell Briquette as an Alternative Solid Fuel,” vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [38] A. R. Hakim, D. Suryapranatha, Amalia, and A. Hakim, “Product Design for Utilizing Waste Husk in Ciwulan Village into Rice Husk Brickets Using the Taguchi Method,” *J. Adv. Inf. Ind. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 163–172, 2024, doi: 10.52435/jaiit.v6i2.608.
- [39] P. Halimah and Y. Ekawati, “Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD . XY Malang Application of the Taguchi Method to Improve the Quality of Lightweight Bricks at UD . XY Malang,” pp. 13–26, 2020, doi: 10.30813/jiems.v13i1.1694.
- [40] J. Kasawapat, A. Khamwichit, and W. Dechapanya, “Waste-to-Energy Conversion of Rubberwood Residues for Enhanced Biomass Fuels: Process Optimization and Eco-Efficiency Evaluation,” *Energies*, vol. 17, no. 21, 2024, doi: 10.3390/en17215444.
- [41] S. M. Sulaiman, G. Nugroho, and H. Eriska, “PREDICTION OF HIGHER HEATING VALUE OF VARIOUS BIOMASSES USING THE EQUATION FOR THE HYDROTHERMAL CARBONIZATION METHOD ON



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- BANANA BUNCHES,” vol. 12, no. 1, pp. 81–92, 2024.
- [42] A. Nindyapuspa, D. Dermawan, T. N. Pramestyawati, B. W. Firmansyah, and A. B. Pakpahan, “Analisis Kadar Air, Abu, dan Fixed Carbon pada Biobriket Sludge IPAL dengan Metode Karbonisasi 6000C,” *J. Teknol. Marit.*, vol. 8, no. 1, pp. 49–58, 2025, doi: 10.35991/jtm.v8i1.41.
- [43] G. M. Caprindita, T. H. Nufus, and N. Isnanda, “Analisis Proximate dan Nilai Kalor Pada Briket Buah Bintaro dan Tempurung Kulit Buah Mahoni,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Mesin Politek. Negeri Jakarta*, pp. 1949–1956, 2022, [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [44] M. A. Aljarwi, D. Pangga, and S. Ahzan, “Uji Laju Pembakaran Dan Nilai Kalor Briket Wafer Sekam Padi Dengan Variasi Tekanan,” *ORBITA J. Kajian, Inov. dan Apl. Pendidik. Fis.*, vol. 6, no. 2, p. 200, 2020, doi: 10.31764/orbita.v6i2.2645.
- [45] V. Chaloupková, T. Ivanova, O. Ekrt, A. Kabutey, and D. Herák, “Determination of particle size and distribution through image-based macroscopic analysis of the structure of biomass briquettes,” *Energies*, vol. 11, no. 2, 2018, doi: 10.3390/en11020331.
- [46] A. Trubetskaya *et al.*, “Characterization of woodstove briquettes from torrefied biomass and coal,” *Energy*, vol. 171, pp. 853–865, 2019, doi: 10.1016/j.energy.2019.01.064.
- [47] M. A. Yusuf, Y. Witdarko, Parjono, W. A. Pamungkas, and Suryadi, “Characteristics of Charcoal Briquettes from Rice Husk Waste with Compaction Pressure Variations as an Alternative Fuel,” *J. Ecol. Eng.*, vol. 24, no. 4, pp. 237–243, 2023, doi: 10.12911/22998993/159966.
- [48] A. Rapheal, C. Moki, G. Mohammed, and A. M. Murtala, “Production and Characterization of Bio-Briquettes from Biochar Derived Pyrolysis of Rice Husk,” *Acta Chem. Malaysia*, vol. 6, no. 2, pp. 69–74, 2022, doi: 10.26480/acmy.02.2022.52.57.
- [49] P. Kipngetich, R. Kiplimo, J. K. Tanui, and P. Chisale, “Effects of carbonization on the combustion of rice husks briquettes in a fixed bed,” *Clean. Eng. Technol.*, vol. 13, no. December 2022, p. 100608, 2023, doi: 10.1016/j.clet.2023.100608.
- [50] A. Narzary, J. Brahma, and A. K. Das, “Utilization of waste rice straw for charcoal briquette production using three different binder,” *Clean. Energy Syst.*, vol. 5, no. June, 2023, doi: 10.1016/j.cles.2023.100072.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [51] T. Athaillah, Masykur, H. Husin, Adib, and M. R. Aulia, "Briquettes from a Mixture of Cow Manure, Rice Husks and Wood Dust as Alternative Fuel," *J. Ecol. Eng.*, vol. 25, no. 2, pp. 290–299, 2024, doi: 10.12911/22998993/177194.
- [52] C. P. Vivek, P. V. Rochak, P. S. Suresh, and K. Raghavendra Ravi Kiran, "Comparison Study on Fuel Briquettes Made of Eco-Friendly Materials for Alternate Source of Energy," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 577, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/577/1/012183.
- [53] Fachruzzaki, R. Lestari, and S. Aminah, "A Study on the Effect of Rice Husk Charcoal Mix on Coal Briquettes Using the Carbonization Method with Tapioca Flour Adhesive," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1451, no. 1, 2025, doi: 10.1088/1755-1315/1451/1/012024.
- [54] F. Inegbedion and F. Inegbedion, "A Comparative Analysis of Combustion Properties of Briquettes Produced From Sawdust Particles , Palm Fruit Shell And Rice Husk," vol. 6, no. 2, pp. 104–112, 2024.
- [55] F. INEGBEDION, "Estimation of the moisture content, volatile matter, ash content, fixed carbon and calorific values of saw dust briquettes," *MANAS J. Eng.*, vol. 10, no. 1, pp. 17–20, 2022, doi: 10.51354/mjen.940760.
- [56] H. Rofidah *et al.*, "Identifikasi Komposisi dan Uji Kualitas Briket Arang Komersial," pp. 27–33, 2023, doi: 10.21776/ub.igtj.2023.012.01.04.
- [57] C. Performance, "Jurnal Sylva Lestari," vol. 13, no. May, pp. 578–600, 2025.
- [58] R. W. Putri, Rahmatullah, S. Susanti, M. A. Habsyari, S. T. Aliyah, and M. Wijayanti, "Karakterisasi Perbandingan Bahan Baku Sekam Padi dan Campuran Sekam Padi-Ampas Tebu terhadap Kualitas Briket," *J. Teknol. Lingkungan*, vol. 25, no. 2, pp. 160–167, 2024, doi: 10.55981/jtl.2024.2018.
- [59] R. Adolph, "Pengujian Laju Pembakaran Briket Biomassa Dari Tempurung Kelapa dan Sekam Padi Alfian," vol. 10, no. 23, pp. 1–23, 2020.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses pembuatan



NEGERI
JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Pengujian SEM-EDS



**PT PANCARAN
TEKNOLOGI
INVESTINDO**
Material Testing & Inspection
ISO 9001:2015

LAPORAN PENGUJIAN FESEM FESEM TEST REPORT

Hal 1 dari 4

Nomor Laporan	M-025/R-PTI/2026	Tanggal Terima	9 Juni 2026
Report Number		Receiving Date	
Nomor Kontrak	076/UJIPTI/2026	Tanggal Uji	17 Juni 2026
Contract Number		Date of Test	
Pemakai Jasa	M. Raif Hisyam	Standar	-
Customer		Standard	
Alamat	Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukesan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16425	Metode Uji	EDS
Address		Testing method	
Bahan	Polimer	Mesin Uji	Thermoscientific
Material		Testing machine	Tipe Quanta 650

Kode Sampel	Keterangan
Sample Code	Remark
Sampel Briket	Lampiran 1 Lampiran 2

Titik Sampel	C	O	Al	Keterangan
Sample Point	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	Remark
Sampel Briket Titik 1	66.09	26.30	0.25	-
	Si	S	Cl	
	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	
	3.80	0.29	0.35	
Sampel Briket Titik 1	K	Ca	Fe	-
	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	
	1.48	0.68	0.77	

Titik Sampel	C	O	Na	Mg	Al	Si	Keterangan
Sample Point	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	Remark
Sampel Briket Titik 2	69.16	21.79	0.12	0.15	0.26	4.21	-
	P	S	Cl	K	Ca	Fe	
	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	(Wt%)	
	0.16	0.37	0.37	1.67	0.80	0.93	

Bogor, 17 Juni 2026

★ Kepala Divisi Pengujian Material

(Ina Nurnichwath, S.T., M.Pd.)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

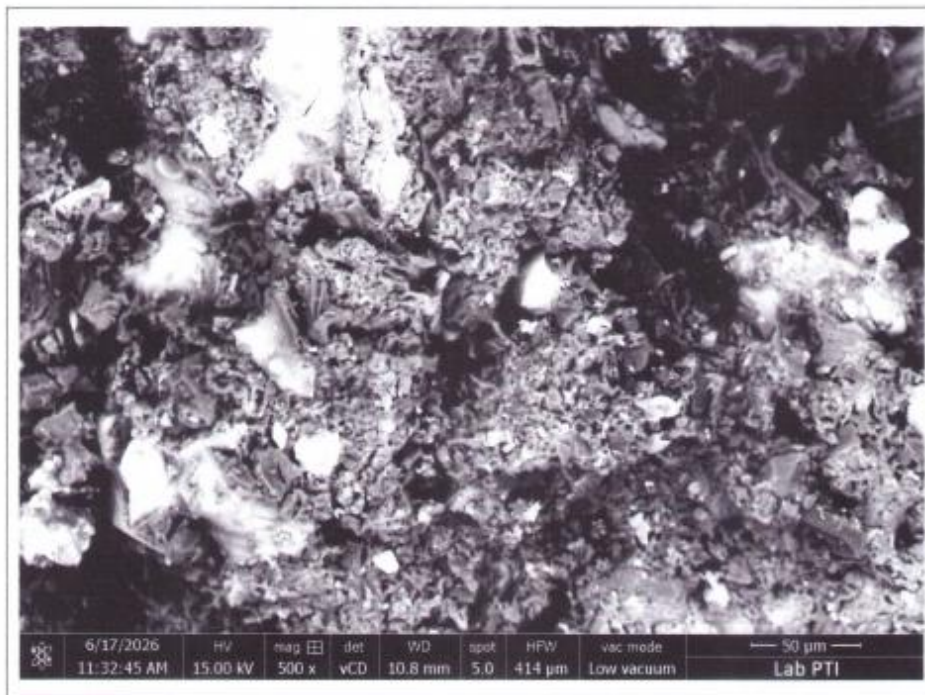


**PT PANCARAN
TEKNOLOGI
INVESTINDO**
Material Testing & Inspection
ISO 9001:2015

LAPORAN PENGUJIAN FESEM FESEM TEST REPORT

Hal 2 dari 4

Kode Sampel Sample Code	Perbesaran Magnification	Pembersihan Cleaning	Keterangan Remark
Sampel Briket Titik 1	500x,	No	No



Lampiran 1. Sampel Briket Titik 1

JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

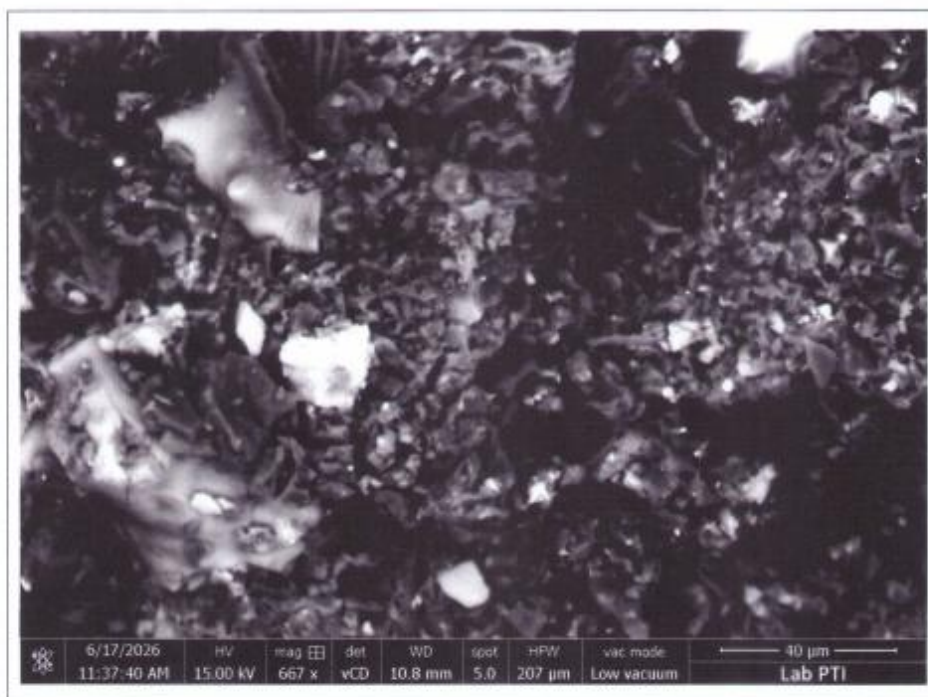


**PT PANCARAN
TEKNOLOGI
INVESTINDO**
Material Testing & Inspection
ISO 9001:2015

LAPORAN PENGUJIAN FESEM FESEM TEST REPORT

Hal 3 dari 4

Kode Sampel Sample Code	Perbesaran Magnification	Pembersihan Cleaning	Keterangan Remark
Sampel Briket Titik 2	667x	No	No



Lampiran 2, Sampel Briket Titik 2

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

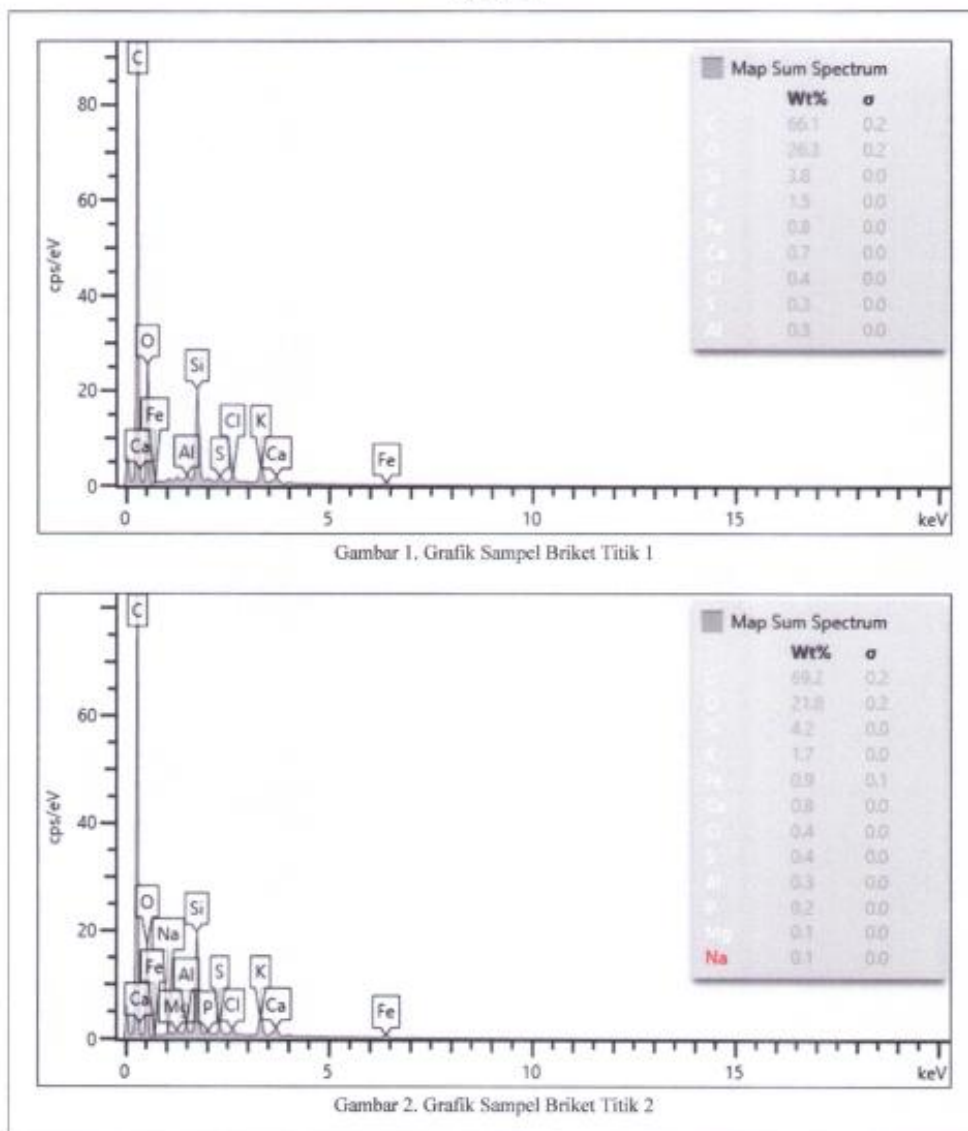
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PT PANCARAN
TEKNOLOGI
INVESTINDO**
Material Testing & Inspection
ISO 9001:2015

LAPORAN PENGUJIAN FESEM **FESEM TEST REPORT**

Hal 4 dari 4





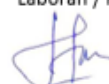
**LAB. KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**
Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425

Hasil Analisis Nilai Kalor

Tanggal Pengujian : Jumat - Senin / 22-25 Mei 2026
Tempat : Lab Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta
Nama Alat / Type : Automatic Calorimeter AC500 by Leco
Acuan Standard : ASTM D5865-13
Massa Sample : rate 1.0048 gram

NO	KODE SAMPLE	MASSA (gr)	NILAI KALOR (Cal/gr)
1	45:30 150 bar 140C	1.0008	4971
2	45:30 130 bar 120C	1.0004	4663
3	45:30 100 bar 90C2	1.0022	4701
4	50:30 150 bar 140C	1.0013	4899
5	50:30 130 bar 120C	1.0332	5224
6	50:30 100 bar 90C	1.0868	5046
7	55:25 150 bar 140C	1.0135	5109
8	55:25 130 bar 120C	1.0070	5019
9	55:25 100 bar 90C	1.0250	4846

Depok, 25 - 05 - 2026
Laboran / PLP


Irfan Choiri

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Pengujian Laju Pembakaran



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



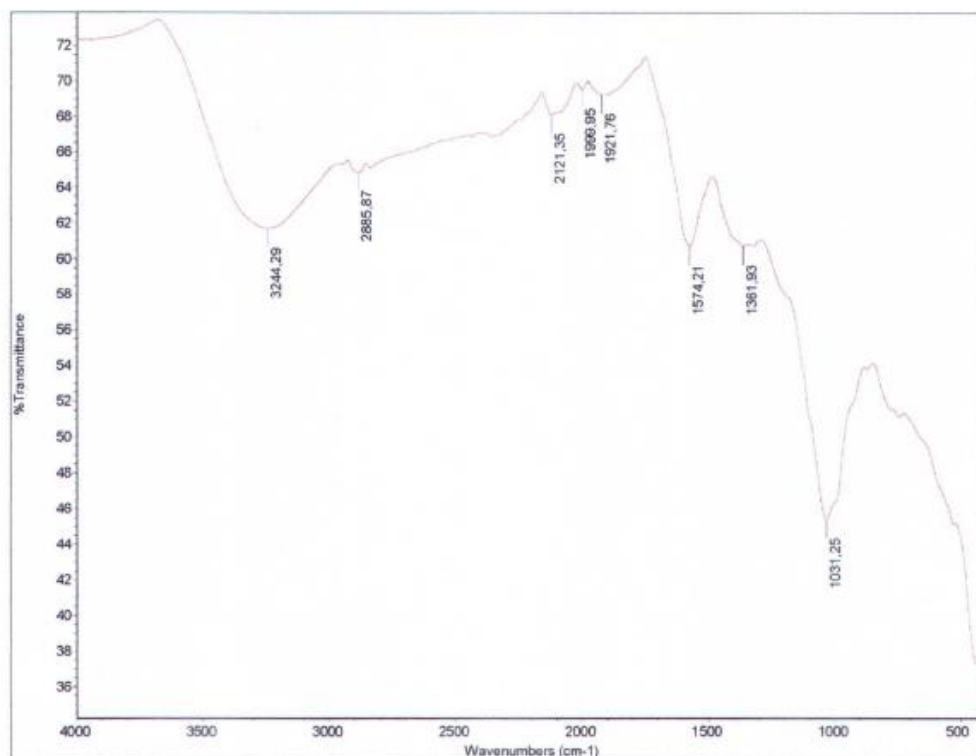


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

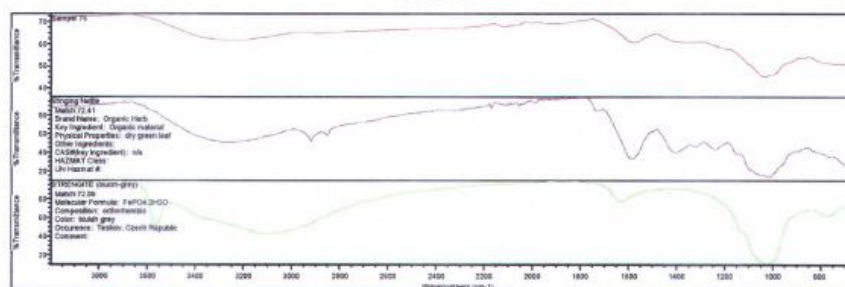
Lampiran 5 Pengujian FTIR



**PT PANCARAN
TEKNOLOGI
INVESTINDO**
Material Testing & Inspection
ISO 9001:2015

LAPORAN PENGUJIAN KOMPOSISI KIMIA COMPOSITION TEST REPORT

Hal 2 dari 2



Search results list of matches

No	Index	Match	Compound Name	Library Name
1	260	72.41	Stinging Nettle	Common Materials
2	508	72.06	STRENGITE (bluish-grey)	HR Inorganics
3	3292	71.63	Soil Fines, <60um, Muck, dry black, Nasco	HR Comprehensive Forensic FT-IR Collection
4	133	69.23	CHRYSOCOLLA	HR Inorganics
5	311	68.31	LEUCOPHOSPHITE (greenish)	HR Inorganics
6	205	67.70	Cigarette tobacco	Common Materials
7	262	67.46	Horehound Herb	Common Materials
8	384	67.43	NEOTOCITE	HR Inorganics
9	104	67.17	Peppermint Tea	Common Materials
10	1349	66.26	PHOSPHATE; CHROMIUM(III); HYDRATE	HR Inorganics