ANALISIS METODE PROSES PRODUKSI BIOPELET BERBAHAN LIMBAH TANAMAN JAGUNG DAN SERBUK KAYU SENGON

KARINA RAHMADANI

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Analisis Metode Proses Produksi Biopelet Berbahan Limbah Tanaman Jagung dan Serbuk Kayu Sengon" adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Maret 2026

Karina Rahmadani
F1501232017

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

RINGKASAN

KARINA RAHMADANI. Analisis Metode Proses Produksi Biopelet Berbahan Limbah Tanaman Jagung dan Serbuk Kayu Sengon. Dibimbing oleh DYAH WULANDANI dan LEOPOLD OSCAR NELWAN.

Kebutuhan energi yang terus meningkat mendorong pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi terbarukan melalui pengolahan limbah pertanian dan kehutanan menjadi biopelet. Limbah tanaman jagung tersedia melimpah dengan kadar air tinggi dan nilai kalor relatif rendah. Serbuk kayu sengon memiliki karakteristik energi yang lebih baik sehingga berpotensi sebagai bahan campuran untuk meningkatkan kualitas biopelet. Penelitian ini bertujuan menganalisis metode proses produksi melalui kombinasi kadar air campuran bahan, kecepatan putaran *die*, dan komposisi bahan terhadap performa *pelletizer* serta mutu biopelet.

Metode penelitian diawali dengan pengujian pendahuluan untuk menentukan kondisi operasi yang sesuai pada mesin pelet. Kadar air campuran bahan ditetapkan pada kisaran 37,00–40,85% (wb), kecepatan putaran *die* diatur secara bertahap pada rentang 25–50 Hz untuk setiap siklus pemasukan bahan, serta digunakan lima kombinasi komposisi bahan (A1–A5) dengan massa total 1,5 kg setiap perlakuan. Pengujian utama meliputi evaluasi performa *pelletizer* dan mutu biopelet berdasarkan parameter fisik, proksimat, nilai kalor, termofisik, kapasitas produksi dan konsumsi energi listrik spesifik. Analisis statistik menggunakan *one-way analysis of variance* (ANOVA) satu arah dan uji lanjut Tukey untuk mengevaluasi pengaruh metode proses terhadap kepadatan dan ketahanan biopelet.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode proses produksi memengaruhi performa *pelletizer* dan karakteristik fisik biopelet. Kadar air campuran bahan berperan dalam menjaga stabilitas aliran dan mengendalikan fluktuasi beban mesin. Kecepatan putaran *die* memengaruhi tekanan pemadatan dan suhu gesek internal. Komposisi bahan menentukan kemampuan ikat serta integritas struktur biopelet. Analisis statistik parameter fisik menunjukkan bahwa perlakuan P4 menghasilkan performa *pelletizer* paling konsisten berdasarkan nilai kepadatan dan ketahanan mekanik dengan kondisi kadar air 40,85%, kecepatan putaran *die* 45–35–30 Hz, serta komposisi bahan A4 (70% limbah tanaman jagung : 30% serbuk kayu sengon).

Metode proses produksi terbaik ditentukan berdasarkan evaluasi terpadu antara performa *pelletizer* dan mutu biopelet menggunakan metode pembobotan enam parameter. Perlakuan P3 memperoleh nilai tertinggi sebesar 4,90 dengan kondisi kadar air 39,86%, kecepatan putaran *die* 40–30–25 Hz atau 120–90–75 rpm, dan komposisi A3 (50% limbah tanaman jagung : 50% serbuk kayu sengon). Hasil uji parameter biopelet meliputi nilai kalor 16,7–17,8 MJ/kg, kepadatan 0,89–1,28 g/cm³, laju pembakaran 0,98–2,37 kg/jam, konsumsi energi listrik spesifik 1,98–4,39 kWh/kg, ketahanan 96,54–99,74%, serta kadar abu 0,20–0,30%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengaturan kadar air, kecepatan putaran *die* bertahap, dan komposisi bahan yang tepat mampu meningkatkan performa *pelletizer* dan mutu biopelet serta diperlukan penelitian lanjutan pada skala produksi dan analisis ekonomi.

Kata kunci: biopelet, limbah tanaman jagung, metode proses, performa *pelletizer*, serbuk kayu sengon

IPB University
Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak Cipta milik IPB University
IPBUniversity
Perpustakaan IPB University

SUMMARY

KARINA RAHMADANI. Analysis of Biopellet Production Process Methods Using Corn Stover and Sengon Wood Sawdust. Supervised by DYAH WULANDANI and LEOPOLD OSCAR NELWAN.

The continuously increasing demand for energy encourages the utilization of biomass as a renewable energy source through the conversion of agricultural and forestry residues into biopellets. Corn stover is abundantly available with high moisture content and relatively low calorific value, while sengon wood sawdust has better energy characteristics and potential as a blending material to improve biopellet quality. This study aimed to analyze the production process method through the combination of blended material moisture content, die rotational speed, and material composition on pelletizer performance and biopellet quality.

The research method began with preliminary experiments to determine suitable operating conditions for the pellet machine. The moisture content of the blended material ranged from 37.00–40.8% on a wet basis, die rotational speed was applied stepwise within the range of 25–50 Hz for each feeding cycle, and five material composition combinations (A1–A5) were used with a total mass of 1.5 kg per treatment. The main experiments included evaluation of pelletizer performance and biopellet quality based on physical, proximate, calorific value, production capacity, and specific electrical energy consumption parameters. Statistical analysis was conducted using one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's test to evaluate the effects of process methods on biopellet density and durability.

The results showed that the production process method influenced pelletizer performance and the physical characteristics of biopellets. Moisture content contributed to flow stability and control of machine load fluctuations. Die rotational speed affected compaction pressure and internal friction temperature. Material composition determined bonding ability and structural integrity of the biopellets. Statistical analysis of physical parameters indicated that treatment P4 produced the most consistent pelletizer performance based on density and mechanical durability, with process conditions of 40.85% moisture content, die rotational speed of 45–35–30 Hz, and composition A4 (70% corn stover : 30% sengon wood sawdust).

The optimal production process method was determined through an integrated evaluation of pelletizer performance and biopellet quality using a weighted scoring method based on six parameters. Treatment P3 achieved the highest score of 4.90, with process conditions of 39.86% moisture content, die rotational speed of 40–30–25 Hz or 120–90–75 rpm, and composition A3 (50% corn stover : 50% sengon wood sawdust). The resulting biopellet parameters included calorific value of 16.7–17.8 MJ kg^{-1}, density of 0.89–1.28 g cm^{-3}, combustion rate of 0.98–2.37 kg h^{-1}, specific electrical energy consumption of 1.98–4.39 kWh kg^{-1}, durability of 96.54–99.74%, and ash content of 0.20–0.30%. This study concludes that appropriate control of moisture content, stepwise die rotational speed, and material composition improves pelletizer performance and biopellet quality, and further studies at the production scale and economic analysis are required.

Keywords: biopellet, corn stover, pelletizer performance, process method, sengon wood sawdust

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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

Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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

Perpustakaan IPB University

ANALISIS METODE PROSES PRODUKSI BIOPELET BERBAHAN LIMBAH TANAMAN JAGUNG DAN SERBUK KAYU SENGON

KARINA RAHMADANI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr.

@Hak cipta milik IPB University
IPB University
IPB University
Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

Judul Tesis : Analisis Metode Proses Produksi Biopelet Berbahan Limbah Tanaman Jagung dan Serbuk Kayu Sengon
Nama : Karina Rahmadani
NIM : F1501232017

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Leopold Oscar Nelwan, S.TP, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr
NIP 19620803 198703 1 002

Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budjianto, M.Si.
NIP 19610502 198603 1 002

Tanggal Ujian: 2 April 2026 Tanggal Lulus:

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Oktober 2025 dengan tema pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi terbarukan yang berjudul "Analisis Metode Proses Produksi Biopelet Berbahan Limbah Tanaman Jagung dan Serbuk Kayu Sengon".

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan karya tulis ilmiah ini. Atas bimbingan serta kerja sama, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dosen komisi pembimbing, Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si. dan Dr. Leopold Oscar Nelwan, S.TP, M.Si. yang telah membimbing, memberi saran, dan ilmu yang sangat bermanfaat dalam proses penelitian dan penyusunan karya tulis.
2. Dosen penguji pada ujian tesis, Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr. yang telah memberikan saran dalam penulisan karya tulis ini.
3. Pak Angga Permana selaku teknisi Laboratorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian dan Laboratorium Lapang Leuwikopo, Pak Gunawan selaku teknisi Laboratorium Kimia Hasil Hutan, Departemen Hasil Hutan, dan ibu Devi Alfionita, S.Si. selaku manajer teknis Laboratorium Balai Penelitian Ternak telah membantu dalam proses persiapan alat-alat dan pengujian penelitian.
4. Japaruddin dan Roskiah selaku orangtua serta seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan, dukungan, motivasi serta doa dari awal perkuliahan sampai sekarang.
5. Yasmina Daffa, S.E., Ambarsari As Zahra, Trya Ridla Amalia S.Si., M.Si., Muhammad Ridho Azzahrawaani Yahya, S.Hut., Glora Marzela Pratama, S.T. dan semua rekan program Pascasarjana IPB, terkhusus program studi Teknik Pertanian dan Biosistem yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama kuliah hingga penelitian selesai.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan dan memerlukan penyempurnaan lebih lanjut. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang energi terbarukan dan pemanfaatan biomassa, serta dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Bogor, Maret 2026

Karina Rahmadani

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL iv

DAFTAR GAMBAR v

DAFTAR LAMPIRAN v

I PENDAHULUAN 1
- 1.1 Latar Belakang 1
- 1.2 Rumusan Masalah 2
- 1.3 Tujuan 2
- 1.4 Manfaat 2

II TINJAUAN PUSTAKA 3
- 2.1 Biopelet 3
- 2.2 Limbah Tanaman Jagung 4
- 2.3 Serbuk Kayu Sengon 5
- 2.4 Mesin Pelet (*Pelletizer*) dan Pengaruh Parameter Proses 6

III METODE 9
- 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 9
- 3.2 Alat dan Bahan 9
- 3.3 Tahapan Penelitian 10
- 3.4 Analisis Konsumsi Energi Listrik Spesifik dan Kapasitas Produksi 15
- 3.5 Analisis Data Penelitian 16

IV HASIL DAN PEMBAHASAN 21
- 4.1 Kontruksi dan Spesifikasi *Pelletizer* 21
- 4.2 Karakteristik Parameter Metode Proses Produksi terhadap Performa *Pelletizer* 22
- 4.3 Karakteristik Bahan 26
- 4.4 Karakteristik Mutu Biopelet 27
- 4.5 Analisis Konsumsi Energi Listrik Spesifik dan Kapasitas Produksi 43
- 4.6 Penentuan Metode Proses Terbaik berdasarkan Performa *Pelletizer* dan Mutu Biopelet 44

V SIMPULAN DAN SARAN 47
- 5.1 Simpulan 47
- 5.2 Saran 47

DAFTAR PUSTAKA 49

LAMPIRAN 57

RIWAYAT HIDUP 66

IPB University — Bogor Indonesia —

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

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

1	Spesifikasi standar pelet biomassa berdasarkan SNI 8675-2018	4
2	Spesifikasi mutu biopelet berdasarkan EN 14961-2:2011	4
3	Karakteristik kimia dan fisik serbuk gergaji	6
4	Kombinasi metode proses produksi biopelet	11
5	Parameter pembobotan	17
6	Nilai batas kelas nilai kalor biopelet	18
7	Nilai batas kelas kepadatan biopelet	18
8	Nilai batas kelas laju pembakaran biopelet	19
9	Nilai batas kelas konsumsi energi listrik spesifik	19
10	Nilai batas kelas ketahanan biopelet	19
11	Nilai batas kelas kadar abu biopelet	20
12	Spesifikasi *pelletizer* yang digunakan	22
13	Ringkasan ANOVA pengaruh variasi perlakuan terhadap kepadatan dan ketahanan biopelet	25
14	Uji statistik beda nyata dengan metode Tukey	25
15	Karakteristik fisikokimia limbah tanaman jagung	26
16	Karakteristik fisikokimia serbuk kayu sengon	27
17	Karakteristik biopelet limbah tanaman jagung dan serbuk kayu sengon	28
18	Visualisasi bentuk biopelet limbah tanaman jagung dan serbuk kayu sengon	28
19	Kadar zat terbang biopelet setiap perlakuan	34
20	Kadar karbon terikat biopelet setiap perlakuan	36
21	Hasil uji performa termo-fisik biopelet	39
22	Data hasil pengukuran kapasitas produksi dan konsumsi energi listrik	43
23	Hasil pembobotan karakterisasi biopelet	45

DAFTAR GAMBAR

1	Bentuk pelet biomassa	3
2	Limbah tanaman jagung	5
3	Limbah serbuk kayu sengon	6
4	*Pelletizer* rancangan Wulandani *et al.* (2021) di Laboratorium Energi dan Elektrifikasi	7
5	Jenis *pelletizer* (a) Tipe pres hidrolik (b) Tipe *ring mold* (c) Tipe *flat die*	7
6	Diagram alir tahapan penelitian	9
7	Pengukuran daya listrik tiga fasa menggunakan metode tiga *wattmeter* (a) Konfigurasi rangkaian (b) *Multi-function digital meter*	15
8	Konstruksi *pelletizer* modifikasi rancangan Wulandani *et al.* (2021)	21
9	a) Limbah tanaman jagung yang sudah dicacah; b) Serbuk kayu sengon	26
10	Visualisasi bentuk biopelet setiap perlakuan	29
11	Grafik dimensi biopelet setiap perlakuan	29
12	Grafik volume biopelet setiap perlakuan	30
13	Grafik parameter kepadatan bahan biopelet setiap perlakuan	31

IPB University Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

14 Grafik kepadatan curah bervolume 1000 ml dan 250 ml 31
15 Grafik perbandingan kepadatan bahan dan kepadatan curah 32
16 Grafik nilai ketahanan biopelet setiap perlakuan 33
17 Grafik kadar abu biopelet setiap perlakuan 35
18 Grafik nilai kalor biopelet setiap perlakuan 37
19 Skema pengujian pembakaran biopelet 38
20 Grafik kecepatan pengapian biopelet setiap perlakuan 39
21 Proses pembakaran biopelet setiap perlakuan 40
22 Grafik suhu pembakaran biopelet setiap perlakuan 41
23 Laju pembakaran biopelet setiap perlakuan 42
24 Sisa abu pembakaran biopelet setiap perlakuan 42
25 Konsumsi energi listrik spesifik biopelet setiap perlakuan 44

DAFTAR LAMPIRAN

1 Data penelitian pendahuluan kombinasi metode proses produksi 58
2 Data pengukuran dimensi biopelet 59
3 Data pengukuran uji kepadatan bahan 60
4 Data pengukuran uji kepadatan curah 60
5 Data pengukuran uji ketahanan biopelet 60
6 Data pengukuran uji kadar air biopelet 61
7 Data pengukuran uji kadar zat terbang 61
8 Data pengukuran uji kadar abu dari Laboratorium Kimia Hasil Hutan 61
9 Data pengukuran uji kadar karbon terikat dari Laboratorium Kimia Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB 62
10 Data laporan pengujian nilai kalor di Balai Penelitian Ternak Bogor 62
11 Data pengukuran uji laju pembakaran 62
12 Data kapasitas produksi dan konsumsi energi listrik spesifik 63
13 Data nilai bobot dan rangking untuk menentukan mutu biopelet terbaik dari perlakuan metode proses 64

IPB University
Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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

Perpustakaan IPB University