

KARAKTERISASI BIOPELET DARI CAMPURAN AMPAS KOPI ARABIKA DAN SERBUK GERGAJI KAYU JATI HASIL TOREFAKSI

OZIANO TARIGAN



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

@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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Karakterisasi Biopellet Dari Campuran Ampas Kopi Arabika dan Serbuk Gergaji Kayu Jati Hasil Torefaksi” 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 skripsi ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 10 Juni 2024

Oziano Tarigan
F14190115

- 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.



ABSTRAK

OZIANO TARIGAN. Karakterisasi Biopelet dari Campuran Ampas Kopi Arabika dan Serbuk Gergaji Kayu Jati Hasil Torefaksi. Dibimbing oleh Leopold Oscar Nelwan.

Limbah ampas kopi arabika dan serbuk gergaji kayu jati memiliki potensi untuk dijadikan substitusi energi yang bersifat keberlanjutan. Salah satu pemanfaatannya adalah dengan menjadikan biopelet yang ditingkatkan mutunya melalui proses torefaksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakterisasi biopelet hasil torefaksi *pre-treatment* (A) dan *post-treatment* (B). Biopelet dibuat dengan menggunakan *pelletizer* tipe *flat dies* dengan formulasi bahan baku 1:1 (serbuk gergaji 5%), dan pemrosesan torefaksi menggunakan suhu 220 °C (A1 dan B1), 250 °C (A2 dan B2), dan 280 °C (A3 dan B3). Kondisi *pre-treatment* merupakan torefaksi bahan baku mentah, sementara *post-treatment* merupakan torefaksi biopelet. Pengujian fisiokimia biopelet mengacu pada SNI 8675-2018 yang mencakup kerapatan, kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, kadar karbon terikat, nilai kalor. Pengujian fisik mencakup dimensi, ketahanan, dan hidrofobisitas. Formulasi terbaik pada tiap parameter dicapai oleh perlakuan A3 dengan nilai kerapatan 0,46 g/cm³, kadar air 3,32%, kadar zat terbang 44,7%, kadar abu 4,75%, kadar karbon terikat 50,55%, dan nilai kalor 25,96 MJ/kg dan perlakuan B3 dengan nilai kerapatan 0,34 g/cm³, kadar air 3,11%, kadar zat terbang 39,04%, kadar abu 6,97%, kadar karbon terikat 53,98%, dan nilai kalor 25,12 MJ/kg.

Kata kunci: biopelet, ampas kopi arabika, serbuk gergaji kayu jati, torefaksi *pre-treatment* dan *post-treatment*.

@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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

OZIANO TARIGAN. Biopellet Characterization of Arabica Coffee Grounds and Teak Sawdust as A Result of Torrefaction. Supervised by Leopold Oscar Nelwan.

The potential of Arabica coffee grounds and teak sawdust waste as sustainable energy substitutes by converting them into bio-pellets enhanced through torrefaction. The research focuses on characterizing bio-pellets from pre-treatment (raw material torrefaction) and post-treatment (bio-pellet torrefaction). Using a flat die pelletizer, the bio-pellets were produced with a 1:1 raw material ratio (5% adhesive) and torrefied at 220°C, 250°C, and 280°C. The bio-pellets' physicochemical properties, including density, moisture content, volatile matter content, ash content, fixed carbon content, and calorific value, were evaluated according to SNI 8675:2018 standards. Physical properties such as dimensions, durability, and hydrophobicity were also assessed. The optimal formulations were A3, with a density of 0,46 g/cm³, moisture content of 3,32%, volatile matter content of 44,7%, ash content of 4,75%, fixed carbon content of 50,55%, and a calorific value of 25,96 MJ/kg, and B3, with a density of 0,34 g/cm³, moisture content of 3,11%, volatile matter content of 39,04%, ash content of 6,97%, fixed carbon content of 53,98%, and a calorific value of 25,12 MJ/kg.

Keywords: bio-pellets, arabica coffee grounds, teak sawdust waste, pre-treatment and post-treatment torrefaction.

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 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, tahun 2024
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.

KARAKTERISASI BIOPELET DARI CAMPURAN AMPAS KOPI ARABIKA DAN SERBUK GERGAJI KAYU JATI HASIL TOREFAKSI

OZIANO TARIGAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Dyah Wulandani M.Si.

2. Dr. Liyantono S.T.P., M.Agr.



Judul Skripsi : Karakterisasi Biopelet dari Campuran Ampas Kopi Arabika dan Serbuk Gergaji Kayu Jati Hasil Torefaksi

Nama : Oziano Tarigan

NIM : F14190115

@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.

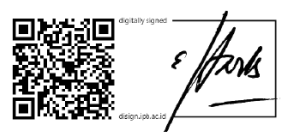
Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Leopold Oscar Nelwan, S.TP., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Departemen
Teknik Mesin dan Biosistem:
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.
NIP. 196304251989031001



Tanggal Ujian:
(22 Mei 2024)

Tanggal Lulus:
()



@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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2023 sampai bulan Maret 2024 ini ialah energi terbarukan, dengan judul “Karakterisasi Biopellet dari Campuran Ampas Kopi Arabika dan Serbuk Gergaji Kayu Jati Hasil Torefaksi”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang membantu secara langsung maupun tidak secara langsung. Penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Leopold Oscar Nelwan, S.TP., M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing, memberi arahan serta dukungan selama penelitian.
2. Dr. Ir. Dyah Wulandani M.Si dan Dr. Liyantono S.T.P., M.Agr. selaku penguji sidang tugas akhir
3. Dr. Ir. Gatot Pramuhadi M.Si. selaku moderator sidang tugas akhir
4. Keluarga tercinta, Ayahanda Kaliling Martua, Ibunda Sinta Natalia Simanjuntak, dan kedua adik, Gianry Tarigan dan Bella Olivia Tarigan yang kerap memberi kasih sayang, dukungan, dan doa yang terus dipanjatkan kepada Tuhan Yesus
5. Kepala Laboratorium Lapangan Siswadhi Soepardjo, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
6. Bapak Angga, Bapak Ahmad, dan Bapak Firman, yang turut membantu proses penelitian.
7. Natasha Radjah, Yonatan Pandawa, Saut Renato, Firdaus Vrizar, Rizky Ikhsanda, dan Faqih Taqiy yang turut memberikan motivasi selama penulisan tugas akhir.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, 10 Juni 2024

Oziano Tarigan



@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.



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biomassa	5
2.2 Ampas Kopi Arabika	5
2.3 Serbuk Kayu Jati	5
2.4 Torefaksi	6
2.5 Biopelet	7
2.6 <i>Pelletizer Tipe Flat Dies</i>	8
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja	10
3.4 Analisis Data Penelitian	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Metode Torefaksi	18
4.2 Karakterisasi Bahan Baku	21
4.3 Karakterisasi Biopelet	22
4.4 Penentuan Biopelet Terbaik	35
V SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
RIWAYAT HIDUP	54

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.

DAFTAR TABEL

1	Spesifikasi standar pelet biomassa berdasarkan SNI 8675-2018	8
2	Spesifikasi <i>pelletizer</i> tipe <i>flat dies</i>	9
3	Perlakuan biopelet	13
4	Parameter pembobotan	17
5	Karakteristik bahan baku biopelet	21
6	Karakteristik fisiokimia biopelet	22
7	Karakteristik fisik biopelet	23
8	Hasil pembobotan dari pengujian biopelet	35

DAFTAR GAMBAR

1	Bentuk biopelet (Agung 2022)	7
2	<i>Pelletizer</i> tipe <i>flat dies</i>	8
3	Diagram alir tahapan penelitian	11
4	Desain <i>rotary</i> kiln	18
5	Hasil jadi <i>rotary</i> kiln	18
6	Grafik suhu torefaksi <i>pre-treatment</i> terhadap waktu	19
7	Grafik suhu torefaksi <i>post-treatment</i> terhadap waktu	20
8	Visualisasi bentuk biopelet tiap perlakuan	24
9	Grafik dimensi pada tiap biopelet	25
10	Grafik volume pada tiap biopelet	25
11	Grafik kerapatan semu (<i>apparent density</i>) pada tiap biopelet	26
12	Grafik kerapatan curah (<i>bulk density</i>) pada tiap biopelet	27
13	Grafik kerapatan curah (<i>bulk density</i>) biomassa	27
14	Grafik ketahanan pada tiap biopelet	28
15	Grafik kadar air pada tiap biopelet	29
16	Grafik kadar zat terbang pada tiap biopelet	30
17	Grafik kadar abu pada tiap biopelet	31
18	Grafik kadar karbon terikat pada tiap biopelet	32
19	Grafik nilai kalor pada tiap biopelet	33
20	Perbandingan tiap formulasi biopelet terhadap sifat hidrofobisitas pada menit ke-1440	34

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Tabel persebaran suhu torefaksi <i>pre-treatment</i> dan rendemen	43
2	Lampiran 2 Tabel persebaran suhu torefaksi <i>post-treatment</i> dan rendemen	44
3	Lampiran 3 Data pengujian biopelet	45
	Lampiran 3 Data pengujian biopelet (lanjutan)	45
	Lampiran 3 Data pengujian biopelet (lanjutan)	45
4	Lampiran 4 Data pengukuran dimensi biopelet	48

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



5	Lampiran 5 Data pengukuran uji kerapatan curah	49
6	Lampiran 6 Data pengukuran uji ketahanan	50
7	Lampiran 7 Pengujian hidrofobisitas pada tiap biopelet	51
	Lampiran 7 Pengujian hidrofobisitas pada tiap biopelet (lanjutan)	51

@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.



@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.