

**PENGARUH TEKANAN DAN PENAMBAHAN SERBUK GERGAJI  
TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPELET DARI AMPAS KOPI  
(*SPENT COFFEE GROUND*)**

(Skripsi)

Oleh

**ANTIRODESTI**

**1914071001**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH TEKANAN DAN PENAMBAHAN SERBUK GERGAJI TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPELET DARI AMPAS KOPI (*SPENT COFFEE GROUND*)**

Oleh

#### **ANTIRODESTI**

Biopellet ampas kopi dicetak menggunakan tekanan yang bervariasi dan penambahan bahan serbuk gergaji kayu bertujuan untuk menghasilkan biopellet berkarakteristik kuat dan berkualitas. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor yaitu faktor tekanan (T) dengan 4 taraf besar tekanan yaitu 0.5 ton, 1.5 ton, 2.5 ton, dan 3.5 ton. Pada faktor rasio pencampuran bahan (P) terdapat 4 taraf yaitu 100%, 75%, 50%, dan 25% ampas kopi dengan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga menghasilkan 48 unit percobaan.

Biopellet dicetak melalui proses densifikasi yang memanfaatkan teknologi berupa pengempaan dengan tekanan tinggi menggunakan alat pengepres hidrolik. Parameter yang diamati yaitu massa jenis pelet dan massa jenis curah (*Bulkdensity*), uji kadar air, uji kadar abu, uji nilai kalor, uji warna pelet dan bahan, uji banting, dan uji getar serta uji higroskopis. Hasil penelitian menunjukkan Bahan baku ampas kopi (*Spent coffee ground*) mempunyai karakteristik sebagai berikut: Nilai massa jenis ampas kopi sebesar 0.46 gr/cm<sup>3</sup>, nilai kadar air bahan nilai 10.03% dan nilai kalor 19,88 MJ/kg. Sedangkan pada bahan serbuk gergaji kayu diketahui nilai massa jenis sebesar 0,23 gr/ml, nilai kadar air bahan 9,55% dan nilai kalor sebesar 13,52 MJ/kg. Pada faktor variasi tekanan diketahui bahwa berpengaruh sangat nyata terhadap massa jenis pelet, *bulkdensity*, kadar air,

ketahanan banting dan setahanan getar, serta berpengaruh nyata terhadap warna pelet pada nilai warna kromatisasi (nilai  $a^*$  dan nilai  $b^*$ ). Pada faktor rasio campuran bahan diketahui bahwa berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, nilai warna pelet, ketahanan banting dan ketahanan getar, serta berpengaruh nyata terhadap massa jenis pelet.

**Kata kunci : Biomassa, Biopelet, Ampas Kopi, Densifikasi**

## **ABSTRACT**

### **THE INFLUENCE OF PRESSURE AND ADDITION OF SAWDUST POWDER ON THE CHARACTERISTICS OF BIO-PELLETS FROM SPENT COFFEE GROUND**

By

**ANTIRODESTI**

*The bio-pellets were produced from spent coffee grounds using varying pressure and the addition of sawdust powder with the aim of creating strong and high-quality bio-pellets. This research employed a Completely Randomized Design (CRD) factorial method with two factors: pressure (T) with four levels of pressure, namely 0.5 ton, 1.5 ton, 2.5 ton, and 3.5 ton, and the mixing ratio of materials (P) with four levels: 100%, 75%, 50%, and 25% of spent coffee grounds, with three replications resulting in a total of 48 experimental units.*

*The bio-pellets were formed through a densification process utilizing high-pressure compression technology using a hydraulic press machine. The observed parameters included pellet density, bulk density, moisture content test, ash content test, calorific value test, pellet and material color test, impact resistance test, vibration test, and hygroscopicity test. The research findings indicated the following characteristics of the spent coffee grounds as raw material: The bulk density of the coffee grounds was 0.46 gr/ml, moisture content was 10.03%, and calorific value was 19.88 MJ/kg. Meanwhile, the sawdust powder had a bulk density of 0.23 gr/ml, moisture content of 9.55%, and calorific value of 13.52 MJ/kg. Regarding the variation in pressure, it was found to have a significant effect on pellet density, bulk density, moisture content, impact resistance, vibration resistance, and a significant effect on pellet color in terms of*

*chromaticity values ( $a^*$  and  $b^*$  values). As for the mixing ratio of materials, it was found to have a significant effect on moisture content, ash content, pellet color, impact resistance, vibration resistance, and a significant effect on pellet density.*

***Keywords :*** *Biomassa, Biopellet, Spent Coffee Grounds, Densification.*

**PENGARUH TEKANAN DAN PENAMBAHAN SERBUK GERGAJI TERHADAP  
KARAKTERISTIK BIOPELET DARI AMPAS KOPI (*SPENT COFFEE  
GROUND*)**

**Oleh**

**ANTIRODESTI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDARLAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH TEKANAN DAN PENAMBAHAN SERBUK GERGAJI TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPELET DARI AMPAS KOPI (*SPENT COFFEE GROUND*)**

Nama Mahasiswa : Antirodesti

Nomor Pokok Mahasiswa : 1914071001

Jurusan/Program Studi : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**  
NIP. 196505271993031002

**Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.**  
NIP. 197007031998022001

2. Ketua Jurusan/Program Studi

**Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**  
NIP. 196210101989021002

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**



**Sekretaris**

**: Dr. Siti Suharyatun, S.TP, M.Si.**

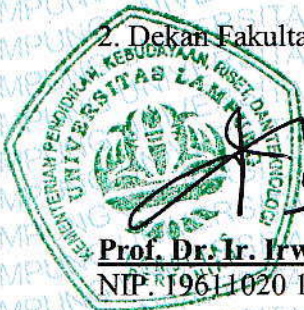


**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Sugeng Tryono, M.Sc.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si**

**NIP. 19611020 198603 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 30 Mei 2013**



## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Antirodesti NPM 1914071001**

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.** dan 2) **Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 30 Mei 2023

Yang membuat pernyataan



**Antirodesti**  
NPM. 1914071001

## RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Sukaraja, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung pada tanggal 15 Desember 2001. Penulis merupakan anak kelima dari lima besaudara, putri dari pasangan Ibu Rahmah dan Bapak Alm. Anarto. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Nurul Iman pada tahun 2006-2007, Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Sukaraja pada tahun 2007-2013, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Pesawaran pada tahun 2013-2016, dan Sekolah Menengah Akhir (SMA) Negeri 1 Gedongtataan pada tahun 2016-2019.

Penulis Terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) menjadi Bendahara Bidang Pengembangan Sumber Daya Manusia (PSDM) di Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) tahun 2021, Radio Kampus Unila (Rakanila) pada tahun 2019 dan menjadi Student Ambassador Cicil.co.id pada tahun 2020-2021.

Pada bulan Januari –Februari 2022, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri Putra-Putri Daerah Periode 1 selama 40 hari di Desa Banjar Negeri, Kecamatan Way Lima, Kabupaten Pesawaran. Selanjutnya pada tanggal 4 Juli 2022 sampai 5 Agustus 2022, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Pabrik Penggilingan Padi Mekar Sari, Desa Karang Anyar, Kecamatan Gedongtataan, Kabupaten Pesawaran dengan judul “Proses Penggilingan Padi (*Oryza sativa*) Menjadi Beras di Pabrik Penggilingan Padi Mekar Sari Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung”.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirobbil'aalamiin...

Segala puji serta syukur saya haturkan kepada Allah SWT, dengan nama Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang kupersembahkan karya ini sebagai wujud rasa syukur, cinta, kasih dan tanda bakti kepada:

**Orang tua ku tercinta (Ibu Rahmah & Abah alm.Anarto)**

Terima kasih atas segala cinta dan perjuangannya dalam mendidik dan membesarkan ku hingga dapat tumbuh dengan baik dan sehat.

Terima kasih selalu sabar dan senantiasa mendukung segala keputusan dan kegiatanku, baik dukungan secara moril maupun materil untuk keberhasilan dan kebahagiaanku.

Terima kasih atas doa yang selalu Ibu panjatkan, skripsi ini belum tentu berhasil jika tanpa doa mu Ibu.

Serta

**Kakak dan Teteuku (Aminah, Rusdian, Rusman, Haliyuana)**

Terima kasih selalu atas doa, semangat, dukungan, dan kasih sayangnya kepadaku.

Terima kasih telah menjadi kakak dan teteuku yang baik dan selalu mengusahakan untuk memenuhi semua kebutuhkanku.

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada suri tauladan seluruh umat islam yaitu Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita nantikan syafaatnya di yaumul kiyamah, Aamiin. Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Tekanan Dan Penambahan Serbuk Gergaji Terhadap Karakteristik Biopellet Dari Ampas Kopi (*Spent Coffee Ground*)”** ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Dalam proses penulisan dan penyusunan skripsi ini pun tidak akan berhasil tanpa bantuan dan bimbingan dari orang-orang terdekat dan intelektual yang ada, khususnya yang ada di Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku pembimbing utama dan dosen pembimbing akademik yang selalu meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, nasihat, kritik dan saran serta motivasi selama proses perkuliahan sampai dengan penyusunan skripsi;

5. Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasihat, kritik dan saran serta motivasi selama proses penyusunan skripsi;
6. Prof. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc., selaku dosen pembahas yang telah meluangkan waktu untuk memberikan nasihat, kritik dan saran sebagai perbaikan selama proses penyusunan skripsi;
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Ibu dan Abah (Almarhum) selaku orang tua, Teh Minah, Kak Dian & Teh Idar, Kak Rusman, dan Teh Iyu yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan baik moril maupun materiil serta cinta dan kasih sayang yang tak terbatas kepada penulis;
9. Agum Rizky Waldini, S.H., *as a boyfriend*, terimakasih untuk cinta dan kasihnya karna kamu selalu mendoakan, menyemangati, menemaniku dalam keadaan susah, sedih, capek, pusing, dan senang. Terimakasih telah menemaniku dalam berproses ini;
10. Terimakasih untuk Selvi yang telah setia menemani penulis dari awal maba hingga proses penyusunan skripsi;
11. Terimakasih untuk teman-teman TEP angkatan 2019 yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi, kalian semua terbaik;
12. Terimakasih untuk teman-teman Kumbell karena selalu menyemangati penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.
13. *Last but not least, I wanna thank me for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Hipotesis .....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Produksi Kopi ( <i>Coffea sp</i> ) di Indonesia .....	5
2.2 Ampas Kopi Bubuk ( <i>Spent Coffee Ground</i> ).....	7
2.3 Biopellet .....	8
2.4 Proses Densifikasi .....	10
2.5 Faktor-Faktor Densifikasi.....	11
2.5.1 Suhu .....	11
2.5.2 Tekanan.....	13
2.5.3 Jenis Bahan .....	13

2.5.4 Lama Waktu Kompresi .....	15
2.5.5 Zat Aditif ( <i>Additive</i> ).....	16
<b>III. METODOLOGI .....</b>	<b>17</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan .....	17
3.3 Metode Penelitian.....	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	19
3.4.1 Persiapan Bahan.....	20
3.4.2Pencampuran Ampas Kopi dan Serbuk Gergaji Kayu.....	21
3.4.3Pencetakan Biopelet.....	21
3.4.4 Pengujian Karakteristik Biopelet Ampas Kopi.....	22
3.4.4.1Uji Massa Jenis .....	22
3.4.4.2 Uji Kadar Air.....	22
3.4.4.3Uji Kadar Abu .....	24
3.4.4.4Uji Nilai Kalor Bahan .....	24
3.4.4.5 Uji Warna Bahan dan Pelet.....	25
3.4.4.6 Uji Banting.....	25
3.4.4.7 Uji Ketahanan Getar.....	25
3.4.4.8 Uji Higroskopis ( <i>Hygroscopic</i> ).....	26
3.5 Analisis Data .....	27
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
4.1 Karakteristik Bahan dan Pelet .....	28
4.1.1 Karakteristik Bahan .....	28
4.1.2 Karakteristik Pelet.....	29
4.2 Kadar Air.....	32

4.3 Massa Jenis.....	34
4.4 Massa Jenis Curah ( <i>Bulk Density</i> ).....	37
4.5 Kadar Abu .....	39
4.6 Warna Pelet .....	41
4.7 Ketahanan Banting .....	49
4.8 Ketahanan Getar .....	51
4.9 Higroskopis .....	54
<b>V. PENUTUP.....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>65</b>
Lampiran 1. Tabel Penelitian .....	66
Lampiran 2. Gambar Penelitian.....	82
Lampiran 3. Perhitungan .....	88



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan kimia ampas kopi.....	8
2. Standar kualitas biopelet berdasarkan SNI 8675:2018 .....	10
3. Kandungan kimia serbuk gergaji kayu.....	15
4. Kombinasi perlakuan .....	18
5. Karakteristik bahan biopelet ampas kopi .....	28
6. Karakteristik fisik pelet ampas kopi.....	29
7. Hasil Uji Anova pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai kadar air pelet. ....	33
8. Hasil uji BNT pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai kadar air pelet. ....	33
9. Hasil uji Anova pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap massa jenis pelet.....	36
10. Hasil Uji BNT faktor tekanan (T) dan faktor rasio campuran bahan (P) terhadap nilai massa jenis pelet ampas kopi.....	36
11. Hasil uji anova pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai massa jenis curah (Bulk density).....	38
12. Hasil uji BNT pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai massa jenis curah (Bulkdensity).....	38
13. Hasil uji anova pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai kadar abu. ....	40
14. Hasil uji lanjut BNT pengaruh variasi tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai kadar abu. ....	40
15. Hasil uji anova pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai L* warna pelet. ....	42

16. Hasil uji lanjut BNT pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai L* warna pelet.....	43
17. Hasil uji anova pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai a* warna pelet.....	44
18. Hasil uji lanjut BNT pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai a* warna pelet.....	45
19. Hasil uji anova pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai b* warna pelet. ....	47
20. Hasil uji lanjut BNT pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai b* warna pelet. ....	47
21. Hasil Uji ANOVA pengaruh besar tekanan dan rasio campuran bahan terhadap ketahanan banting pelet. ....	50
22. Hasil uji lanjut BNT pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap ketahanan banting pelet. ....	50
23. Hasil Uji Anova Pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap ketahanan getar pelet ampas kopi (SCG). ....	52
24. Hasil Uji BNT Pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap ketahanan getar pelet ampas kopi (SCG). ....	53
25. Hasil uji anova pengaruh variasi tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai higroskopis pelet ampas kopi. ....	57
26. Data uji massa jenis pelet (g/mm <sup>3</sup> ) .....	66
27. Data uji massa jenis curah (Bulkdensity).....	67
28. Data uji kadar air.....	68
29. Data uji kadar abu .....	69
30. Data uji warna pelet ampas kopi.....	70
31. Data uji warna bahan.....	71
32. Data uji ketahanan banting.....	72
33. Data uji ketahanan getar.....	73
34. Hasil data penelitian Higroskopisitas.....	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Perkembangan luas areal perkebunan kopi di Indonesia menurut status pengusahaan (ha). .....	5
2. Produksi kopi di Indonesia menurut status pengusahaan (ton).....	6
3. Bagan alir pembuatan biopelet ampas kopi .....	19
4. Ampas kopi dan serbuk gergaji kayu lolos ayak 1 mm .....	20
5. Krisbow alat press hidrolik Bench Type 10 T .....	22
6. Sketsa besi silinder cetakan pelet.....	22
7. Kondisi fisik sampel pelet tekanan 0.5 ton pada 100% SCG (kiri) dan 75% SCG (kanan). .....	30
8. Kondisi fisik sampel pelet tekanan 1.5 ton pada 100% SCG (kiri) dan 75% SCG (kanan). .....	31
9. Kondisi fisik sampel pelet tekanan 2.5 ton pada 100% SCG (kiri) dan 75% SCG (kanan). .....	31
10. Kondisi fisik sampel pelet tekanan 3.5 ton pada 100% SCG (kiri) dan 75% SCG (kanan). .....	31
11. Grafik pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai kadar air.	32
12. Grafik pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai massa jenis.....	35
13. Grafik pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai massa jenis curah (bulk density).....	37
14. Grafik pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai kadar abu.....	39
15. Grafik pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai L*warna pelet.....	42

16. Grafik pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai $a^*$ warna pelet.....	43
17. Grafik pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai $b^*$ warna pelet.....	46
18. Grafik nilai warna kromatisasi.....	48
19. Grafik pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap ketahanan banting pelet.....	49
20. Grafik pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap ketahanan getar pelet ampas kopi.....	52
21. Grafik data nilai higroskopis selama 29 hari pada tekanan 0.5 ton.....	54
22. Grafik data nilai higroskopis selama 29 hari pada tekanan 1.5 ton.....	55
23. Grafik data nilai higroskopis selama 29 hari pada tekanan 2.5 ton.....	55
24. Grafik data nilai higroskopis selama 29 hari pada tekanan 3.5 ton.....	56
25. Grafik pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan terhadap nilai higroskopis pelet ampas kopi.....	56
26. Ampas kopi dan serbuk gergaji kayu (bahan pembuatan biopelet).....	82
27. Proses pembuatan pelet menggunakan alat press hidrolik.....	82
28. Proses pengukuran pelet menggunakan mikrometer skrup.....	82
29. Proses Pengujian Bulkdensity (massa jenis curah).....	82
30. Proses Pengujian kadar air.....	82
31. Proses pengujian higroskopis.....	82
32. Proses pengujian warna pelet.....	83
33. Hasil pelet utuh setelah proses uji ketahanan banting.....	83
34. Hasil abu setelah keluar tanur (pengujian kadar abu).....	83
35. Proses pengujian ketahanan getar pelet.....	83
36. Hasil uji kalor bahan kering ampas kopi (SCG).....	84
37. Hasil uji kalor bahan basah ampas kopi (SCG).....	85
38. Hasil uji kalor bahan basah serbuk gergaji kayu.....	86
39. Hasil uji kalor bahan kering serbuk gergaji kayu.....	87

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi nasional akan terus meningkat sesuai dengan pertumbuhan ekonomi, perkembangan penduduk, harga energi, dan kebijakan pemerintah. Sementara sumber bahan bakar saat ini masih berpaku dengan fosil (sumber bahan bakar tak terbarukan) yang lambat laun akan semakin menipis persediaannya disebabkan pemakaian secara *continue*. Kehidupan yang terus berlanjut mendorong pemerintah dan industri untuk mengembangkan sumber energi terbarukan guna mencari bahan bakar alternatif. Sebagaimana telah ditetapkan pada Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional dengan poin penting yaitu target bauran Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sebesar 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 (Hilmawan *et al.*, 2021).

Energi Baru dan Terbarukan (EBT) bersumber dari tenaga surya, tenaga angin, arus air, panas bumi dan biomassa (Iswandi *et al.*, 2020). Keberadaan biomassa sangatlah melimpah sehingga dapat dijadikan terobosan sebagai salah satu sumber energi yang dapat digunakan sebagai penyokong energi utama dan dapat mengurangi pemakaian energi konvensional seperti *biopellet*. Penggunaan pelet sebagai bahan bakar padat memiliki keunggulan karena sifatnya *renewable resources* dan tidak mengandung sulfur yang dapat mengganggu kebersihan udara. Sebelumnya terdapat penelitian yang dilakukan oleh Simanjuntak *et al.*, (2022) berjudul “Pengaruh Durasi Penekanan dan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Pelet Serbuk Gergaji” menghasilkan bahwa durasi penekanan tidak berpengaruh nyata terhadap pelet kayu. Sedangkan ukuran partikel hanya berpengaruh nyata terhadap massa jenis, warna pelet, dan kadar abu tapi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, daya serap air, kekuatan pelet dan

ketahanan getar. Sehingga kedua faktor tersebut memiliki pengaruh interaksi pada taraf 5% hanya terhadap daya serap air.

Indonesia menjadi negara urutan ke-4 sebagai negara penghasil kopi terbesar di dunia dengan jumlah produksi tahun 2016 mencapai 639.305 ton dan luas areal sebesar 1.228.512 ha. Provinsi Sumatera Selatan menjadi wilayah dengan jumlah produksi terbanyak dan luas area terbesar di Indonesia, lalu diikuti oleh Provinsi Lampung. Kedua provinsi tersebut merupakan produsen kopi jenis robusta (ICO, 2018). Pada saat ini, kopi robusta merupakan kopi yang banyak ditanam di Indonesia karena kondisi fisiknya yang membandel, artinya tanaman kopi robusta tahan akan penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*), syarat tumbuh dan pemeliharaan yang ringan (Prastowo *et al.*, 2010).

Biji kopi yang telah melewati proses pasca panen akan berubah menjadi kopi bubuk yang siap diolah menjadi minuman kopi dengan cara penyeduhan. Berdasarkan produknya, kopi dibedakan menjadi dua (2) yaitu kopi instan dan kopi tubruk. Kopi instan tidak menghasilkan ampas kopi bekas setelah proses penyeduhan, sementara kopi tubruk menghasilkan ampas kopi bekas. Daya tarik masyarakat terhadap minuman kopi meningkat rata-rata sebesar 7% setiap tahunnya. Sehingga limbah yang dihasilkan oleh industri *coffee shop* atau industri kopi rumah tangga akan semakin meningkat. Hal tersebut karena banyak *coffee shop* menggunakan kopi bubuk murni agar menciptakan aroma dan cita rasa yang khas.

Ampas kopi mengandung senyawa volatil seperti senyawa aromatik dan *hydrocarbon* alifatik, artinya ketika limbah ampas kopidibiarkan menumpuk akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat pembusukan dan jamur, sementara jika dibakar akan menghasilkan banyak asap yang disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif seperti fenolik dan flavonoid (Purba *et al.*, 2021). Kandungan senyawa karbon dan bioaktif lah yang menjadi alasan dibuatnya penelitian ini agar limbah ampas kopi dapat termanfaatkan dengan baik, yaitu dengan menjadikannya sebagai produk bahan bakar seperti biopelet.

Biopelet dicetak melalui proses densifikasi yang memanfaatkan teknologi berupa pengempaan dengan tekanan tinggi menggunakan alat pengepres hidrolis. Dalam proses densifikasi biomassa, terdapat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses pembuatan biopelet yang meliputi suhu, tekanan, jenis bahan, lama waktu kompresi, dan penambahan zat aditif (Tumuluru *et al.*, 2010). Jika menggunakan teknologi pembuatan pelet yang berbeda, maka parameter faktor yang dipenuhi oleh suatu bahan baku juga berbeda. Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah ampas kopi dengan kandungan lignin yang rendah, sehingga parameter faktor yang digunakan yaitu faktor tekanan dan penambahan zat aditif. Pada faktor tekanan sangat berpengaruh terhadap kerekatan, kerapatan dan ketahanan biopelet. Disebabkan oleh kandungan lignin pada ampas kopi yang cukup sedikit, sehingga tekanan yang digunakan haruslah tinggi agar ampas kopi terikat dan membentuk sifat mekanik yang kuat. Ketika lignin pada bahan baku hanya sedikit, maka perlu penambahan zat aditif (bahan perekat). Zat aditif berfungsi untuk menarik air dan mengikat bahan lain yang akan diikat. Terdapat dua (2) jenis zat aditif, yaitu lem buatan dan lem alami (lignin). Ketika tekanan yang digunakan tinggi, maka penambahan bahan berupa lignin yang biasanya terkandung dalam kayu dan serbuk gergaji kayu. Kandungan dalam serbuk gergaji kayu berupa selulosa, lignin, pentosa, abu, dan air serta nilai kalor yang cukup tinggi (Jamal, 2019). Rasio campuran yang ditentukan tidaklah sembarangan, setiap perlakuan harus memiliki takaran berbeda agar dapat dilihat kualitas biopelet mana yang lebih baik.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan biopelet berkualitas dengan lebih memperhatikan rasio campuran bahan dan besaran tekanan yang digunakan tiap perlakuan. Rasio campuran akan digunakan dengan empat (4) taraf perbandingan antara ampas kopi dengan serbuk gergaji kayu, sedangkan tekanan akan menggunakan empat (4) taraf besaran tekanan yang berbeda-beda.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pada latar belakang yang telah dijelaskan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh interaksi antara tekanan dan rasio campuran bahan terhadap kualitas pelet ampas kopi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh interaksi antara tekanan dan rasio campuran bahan berupa ampas kopi dan serbuk gergaji terhadap karakteristik pelet.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi yang memberikan informasi ilmiah tentang pengaruh tekanan dan rasio campuran antara ampas kopi dan serbuk gergaji kayu terhadap kualitas biopellet yang dihasilkan. Selain itu dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan dengan memanfaatkan biomassa menjadi suatu bahan bakar.

## **1.5 Hipotesis**

Terdapat salah satu tekanan dan rasio campuran antara ampas kopi dengan serbuk gergaji kayu yang menghasilkan biopellet yang berkualitas (Terdapat salah satu sampel perlakuan yang memiliki perbedaan)

## **1.6 Batasan Masalah**

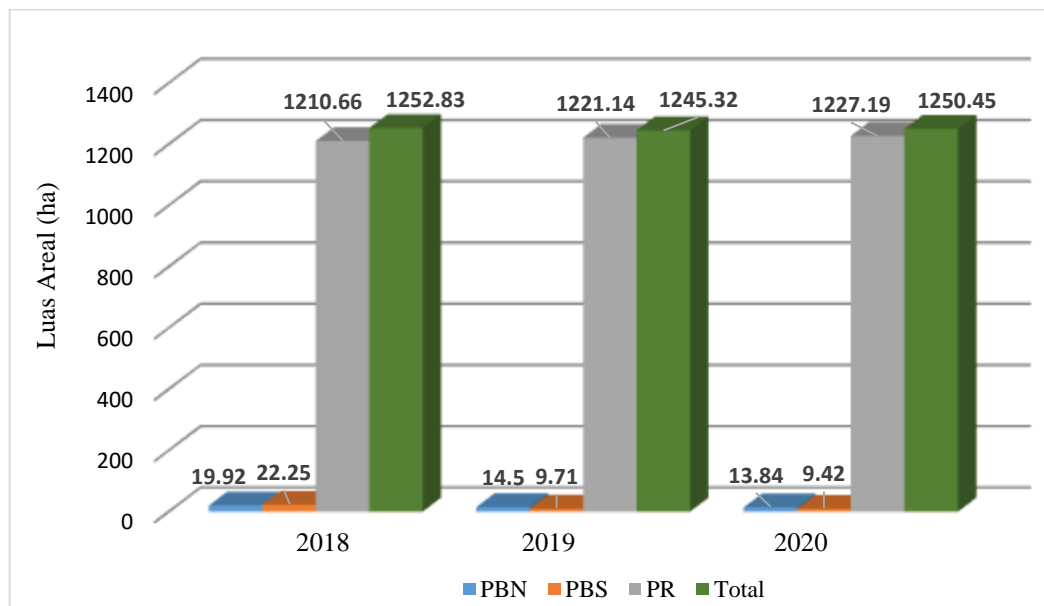
Batasan masalah pada penelitian ini yaitu hanya membahas tentang pengaruh tekanan dan rasio campuran bahan antara ampas kopi dan serbuk gergaji kayu terhadap karakteristik biopellet. Selain itu ampas kopi yang digunakan berasal dari *coffee shop* dan serbuk gergaji yang digunakan adalah serbuk gergaji campuran yang berasal dari panglong kayu.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Produksi Kopi (*Coffea sp*) di Indonesia

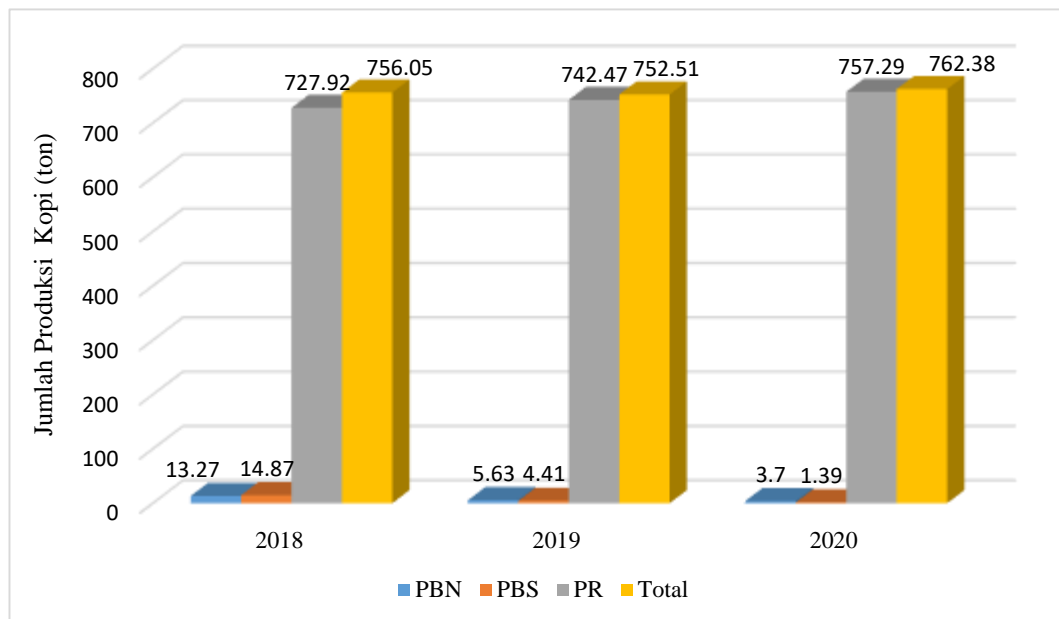
Tanaman kopi termasuk dalam famili Rubiaceae dengan genus *Coffea*. Negara Indonesia adalah salah satu negara yang membudidayakan kopi dengan varietas Arabika (*Coffea Arabica*) dan Robusta (*Coffea Canhephora*). Menurut Badan Pusat Statistik 2020, luas areal kopi pada Perkebunan Negara (PBN) dan Perkebunan Swasta (PBS) mengalami penurunan jika dibandingkan dengan luas areal pada tahun 2018. Sedangkan luas areal kopi Perkebunan Rakyat (PR) mengalami peningkatan, data tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perkembangan luas areal perkebunan kopi di Indonesia menurut status perusahaan (ha).

Dari grafik di atas didapatkan total luas areal perkebunan kopi di Indonesia pada tahun 2018-2019 berturut-turut adalah 1.252,83 ha, 1.245,35 ha, 1.250,45 ha. Perkembangan luas areal sangat berpengaruh terhadap hasil produksi. Jika luas areal menurun, maka produksi kopi yang dihasilkan akan menurun juga. Berikut

Gambar 2 menyajikan data perkembangan produksi kopi menurut Badan Pusat Statistik tahun 2020.



Gambar 2. Produksi kopi di Indonesia menurut status perusahaan (ton).

Dari data diatas dapat kita ketahui bahwa peningkatan luas areal memiliki kesinambungan terhadap peningkatan produksi kopi dan peningkatan tersebut banyak dihasilkan oleh perkebunan rakyat. Kesinambungan tersebut dapat dilihat pada tahun 2019, luas areal mengalami penurunan yang mengakibatkan produksi kopi juga ikut menurun dari 756,05 ton (tahun 2018) sampai 752,51 (tahun 2019), dan kebalik meningkat pada 2020 sebesar 762,38 ton yang diikuti dengan peningkatan luas areal. Buah kopi dapat dipanen ketika warna kulitnya sudah berwarna merah. Setelah itu kopi melewati alur produksi yang meliputi pengolahan awal, pengupasan kulit, sortasi, pengemasan dan penggudangan, penyangraian, penggilingan dan penyeduhan. Dalam penyeduhan kopi terdapat dua jenis teknik penyeduhan, yaitu drip dan imersi. Metode imersi dilakukan dengan merendam bubuk kopi dengan air panas dalam suatu wadah/gelas, biasanya teknik ini digunakan dalam industri rumah tangga. Sedangkan teknik drip/tetes hanya melewatkan air penyeduhan satu kali ke dalam tumpukan bubuk kopi yang terdapat pada saringan, teknik ini biasanya digunakan dalam industri *coffee shop* (Rahmawati *et al.*, 2018).

## 2.2 Ampas Kopi Bubuk (*Spent Coffee Ground*)

Kopi memiliki daya tarik tersendiri yang disebabkan oleh kandungannya berupa kafein yang memberikan cita rasa dan aroma khas. Kafein berfungsi sebagai senyawa perangsang yang bersifat bukan alkohol, rasanya pahit, mudah larut dalam air, mempunyai aroma yang wangi khas kopi (Hayati *et al.*, 2012). Terdapat 2 (dua) tipe produk kopi yaitu kopi tubruk dan kopi instan. Terdapat perbedaan hasil akhir dalam proses penyeduhan, dimana ketika proses penyeduhan kopi tubruk menghasilkan limbah akhir berupa ampas kopi, sedangkan pada proses penyeduhan kopi instan tidak menghasilkan limbah ampas kopi. Kopi tubruk banyak digunakan dalam industri *Coffee shop*, karena kopi yang dihasilkan masih murni sehingga lebih memiliki rasa dan aroma yang khas. Sehingga tak diragukan lagi bahwa saat ini keberadaan *Coffee shop* semakin meningkat.

Kopi mengandung senyawa volatil dan non-volatil, dimana senyawa volatil merupakan larutan yang mudah menguap dan tekanan uapnya dapat terukur, senyawa ini yang mempengaruhi aroma pada kopi. Senyawa-senyawa yang digolongkan ke dalam senyawa volatil adalah aldehid, keton, hidrokarbon, alkohol, asam karboksilat, ester, pirazin, pirrol, piridin, komponen sulfur, fenol, furin dan osasol. Sedangkan senyawa non-volatil merupakan larutan yang sukar menguap dan tekanan uapnya tidak dapat terukur. Senyawa non-volatil yang terdapat pada biji kopi adalah kafein, asam klorogenat dan senyawa-senyawa nutrisi seperti karbohidrat, protein, lemak dan mineral (Juliantari *et al.*, 2018). Keberadaan *Coffee shop* semakin meningkat, sehingga limbah ampas kopi pun akan meningkat. Jika ampas kopi hanya dibuang dan dibiarkan menumpuk akan menimbulkan pencemaran udara dan lingkungan yang disebabkan oleh kandungan senyawa volatil seperti aromatik dan *hydrocarbon* alifatik. Senyawa tersebut menimbulkan bau tidak sedap ketika dibiarkan menumpuk dan asap tebal ketika dibakar. Selain itu, limbah ampas kopi memiliki kandungan zat kimia beracun berupa alkaloid, tanin, dan pelipenolik yang menyebabkan lingkungan sulit mendegradasi material organik secara biologis. Dampak lingkungan paling berat adalah pada perairan di mana *effluen* kopi dikeluarkan. Hal itu karena substansi

organik limbah ini sulit untuk larut dalam air dan menyebabkan kondisi anaerobik (Rochmah *et al.*, 2021).

Ampas kopi (*Spent Coffee Ground*) merupakan limbah akhir setelah penyeduhan bubuk kopi murni. Biasanya ampas kopi dihasilkan oleh industri pengolahan kopi instan, *coffe shop*, dan limbah rumah tangga. Menurut data International Coffee Organization (ICO), konsumsi kopi di Indonesia mencapai 5 juta kantong berukuran 60 kg pada periode tahun 2020/2021 (Mahmudan, 2022). Berdasarkan riset, 6 kg buah kopi menghasilkan 1 kg biji kopi setelah pengelupasan. Selanjutnya setelah proses penyangraian dan penggilingan, 1 kg biji kopi akan menghasilkan 0,75 kg (750 g). Menurut (Mulato, 2022) dalam proses penyeduhan 70% akan menghasilkan ampas kopi dan 30% nya adalah larutan kopinya. Jadi pada kopi bubuk berukuran 1 kg akan menghasilkan limbah ampas kopi sekitar 700g. Berikut Tabel kandungan kimia yang terdapat pada ampas kopi bubuk.

Tabel 1. Kandungan kimia ampas kopi.

Kandungan	Kadar
Karbon (C)	44,87%
Nitrogen (N)	1,69%
Fospor (P)	0,18%
Kalium (K)	2,49%
Natrium (Na)	0,04%
Selulosa	8,6%
pH	5,6

Sumber: (Basuki *et al.*, 2020)

Solusi agar limbah ampas kopi dapat dimanfaatkan adalah dengan menjadikannya sebagai bahan baku biopelet karena memiliki kandungan karbon yang cukup besar. Selain itu ampas kopi memiliki nilai kalor yang cukup besar, yaitu 20,9 MJ/kg (kondisi kering) dan 14,6 MJ/kg (kondisi basah) (Basu *et al.*, 2013).

### 2.3 Biopelet

Biopellet atau pelet merupakan bahan bakar alternatif berbentuk padat dan memiliki ukuran seragam dengan diameter 6-12 mm dan panjang 10-20 mm dengan berat berkisar antara 2-3 gram. Setiap biopellet mempunyai karakteristik yang berbeda, tergantung pada bahan dalam pembuatannya. Bahan yang digunakan dalam pembuatan biopellet bahan bakar yaitu zat organik atau biomassa seperti ampas kopi, sekam dan serbuk kayu. Biopellet berbahan dasar biomassa dapat dikonversi dengan menggunakan teknik densifikasi. Konversi tersebut berfungsi untuk meningkatkan kerapatan (densitas), menaikkan nilai kalori per unit volume, menyeragamkan ukuran dan kualitas, memudahkan penyimpanan serta pengangkutan (Damayanti *et al.*, 2017).

Biopellet lebih dikenal luas oleh masyarakat di negara-negara yang memiliki musim dingin (salju) seperti negara yang berada di Benua Eropa dan Amerika. Biopellet digunakan sebagai bahan bakar *bioler* pada industri dan pemanas ruangan pada skala kecil-menengah. Biopellet dibuat dengan proses kompresi biomassa sehingga memiliki tekanan yang lebih besar jika dibandingkan dengan biobriket ( $60\text{kg/m}^3$ , kadar abu 1% dan kadar air kurang dari 10%). Hal tersebut yang membuat efektivitas pembakaran biopellet meningkat (Hasanuddin, 2012).

Di Indonesia, biopellet banyak digunakan oleh industri rumahan (UMKM) seperti pabrik keripik, kerupuk, tahu, dan sebagainya. Hal tersebut karena harga jual biopellet yang murah dan terjangkau jika dibandingkan dengan gas, kayu bakar, tempurung kelapa dan batu bara. Menurut Peneliti Pusat Penelitian Biomaterial LIPI, gas LPG memiliki harga yang cukup tinggi jika digunakan dalam industri rumahan, selain itu kayu bakar dan tempurung kelapa menghasilkan polusi udara karena asap yang dikeluarkan saat pembakaran, sedangkan batu bara pasti meninggalkan limbah B3 yang akan mencemari lingkungan. Maka biopellet merupakan solusi yang tepat sebagai pengganti bahan bakar tersebut. Berikut standar kualitas biopellet menurut berdasarkan SNI 8675:2018 tentang pelet biomassa untuk energi pada tabel 1.

Tabel 2. Standar kualitas biopelet berdasarkan SNI 8675:2018

Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan	
		Rumah Tangga	Industri
Densitas (Kerapatan)	g/cm <sup>3</sup> , min	0,6	0,8
Kadar Abu	%, maks	5	5
Kadar Air	%, maks	10	12
Kadar Karbon Tetap	%, min	14	14
Nilai Kalor Netto	MJ/kg, min	16,5	16,5

#### 2.4 Proses Densifikasi

Densifikasi merupakan suatu proses yang dilakukan pada bahan yang memiliki sifat fisik yang tidak beraturan. Proses ini bertujuan untuk memadatkan dan meningkatkan kerapatan sehingga dapat mempermudah dalam penggunaan dan pemanfaatannya, sehingga dapat meningkatkan efisiensi nilai bahan yang akan digunakan. Proses densifikasi memiliki tiga tipe proses yang meliputi : *extruding*, *briquetting*, dan *pelleting*. Proses *extruding* adalah proses pemampatan bahan dengan menggunakan ulir (*screw*) atau piston, sehingga produk dapat melewati cetakan dan menjadi produk pelet yang padat. Proses *briquetting* adalah proses pembentukan bahan agar menghasilkan produk berbentuk seperti tabung dengan diameter dan tinggi yang disesuaikan dengan kebutuhan. Proses *pelleting* adalah proses yang terjadi karena adanya aliran bahan dari roll yang berputar dan disertai dengan tekanan menuju lubang-lubang cetakan biopelet. Sedangkan peletisasi adalah sebuah proses pengeringan dan pembentukan biomassa dengan menggunakan tekanan tinggi untuk menghasilkan biomassa padat dengan bentuk silinder dan diameter maksimum 25 mm. Proses peletisasi bertujuan untuk menghasilkan bahan bakar biomassa dengan volume yang lebih kecil dan densitas lebih tinggi, sehingga lebih efisien dalam proses penyimpanan, transportasi dan konversi ke dalam bentuk energi (Yulianto, 2020).

Dalam proses densifikasi terdapat tiga teknologi dalam pembuatan biopellet, diantaranya sebagai berikut:

1. Pengempaan dengan tekanan tinggi;
2. Pengempaan dengan tekanan dan diiringi dengan suhu tinggi (pemanasan);
3. Pengempaan dengan tekanan rendah menggunakan bahan tambahan berupa perekat/pengikat (Endah, 2009).

Dalam penelitian ini teknologi yang digunakan yaitu pengempaan dengan tekanan tinggi yang dilakukan dengan menggunakan alat press hidrolik dengan komposisi bahan pelet yang dikompresi melalui *dies* pada cetakannya. Jika material telah mengalami densifikasi, maka akan keluar melalui cetakannya dengan bentuk seragam yang biasanya mempunyai diameter 6-12 mm dan panjang berukuran 10-20 mm.

Keunggulan proses densifikasi dalam pembuatan pelet yang diantaranya :

1. Meningkatkan nilai kalor total per-satuan volume;
2. Memudahkan transportasi dan penyimpanan produk pelet;
3. Memiliki keseragaman bentuk dan kualitas sesuai dengan rasio campuran bahannya;
4. Mampu mensubstitusikan kayu hutan dengan bahan organik lainnya, sehingga dapat mengurangi kegiatan penebangan pohon di hutan.

Kelemahan proses densifikasi dalam pembuatan pelet yang diantaranya :

1. Tingginya biaya investasi dan kebutuhan energi yang dibutuhkan;
2. Terdapat karakteristik saat pembakaran yang tidak diinginkan, seperti sulit menyala dan menimbulkan asap (Pratomo, 2020).

## **2.5 Faktor-Faktor Densifikasi**

### **2.5.1 Suhu**

Dalam proses densifikasi, suhu digunakan saat proses pengempaan atau penekanan. Ketika ditambahkan suhu, maka besar tekanan tidak boleh terlalu tinggi karena penambahan panas dapat meningkatkan batas atas kadar air. Menurut Hall & Hall (1968), menemukan bahwa untuk kadar air tertentu, tekanan yang diperlukan untuk mendapatkan kerapatan wafer tertentu dikurangi dengan penambahan panas dalam cetakan. Penambahan panas meningkatkan batas atas kadar air di mana tekanan tertentu mampu menghasilkan kepadatan wafer tertentu. Kepadatan wafer merupakan suatu bentuk fisik yang kompak dan ringkas sehingga diharapkan dapat memudahkan dalam hal penanganan dan transportasi (Trisyulianti *et al.*, 2001).

Terdapat dua temperatur yang berpengaruh dalam proses biopellet, yaitu temperatur biomassa dan temperatur alat pencetak. Jika memvariasikan temperatur biomassa, maka densitas, kekuatan dan kadar air pada pelet akan bervariasi. Friksi internal dan eksternal mengakibatkan pemanasan lokal dan material akan mengalami perekatan alami. Kadar air pada material akan membentuk steam pada tekanan tinggi yang dapat menghidrolisis hemiselulosa dan lignin dalam biomassa menjadi karbohidrat dengan molekular rendah, produk lignin, polimer gula, dan turunan karbohidrat lainnya. Produk-produk tersebut bila dikaitkan dengan suhu panas dan tekanan pada alat pencetak, maka bertindak sebagai perekat *adevise* (mampu mengikat dua permukaan atau lebih). Temperatur biomassa tidak boleh lebih tinggi daripada temperatur dekomposisi biomassa yaitu berkisar 30°C. sedangkan temperatur alat pencetak hanya terdapat pada baling-baling penghancur yang mengakibatkan terjadinya panas pada alat pencetak teknologi *screw press*. Temperatur alat pencetak harus dijaga pada kisaran 280-290°C. jika temperatur lebih tinggi maka friksi antara bahan baku dengan dinding alat pencetak akan menurun dan tekanan akan lebih rendah sehingga hasil densifikasi akan lemah. Sebaliknya, jika temperatur rendah maka akan membutuhkan tekanan dan daya yang lebih tinggi sehingga laju produksi akan menurun (Endah, 2009).

Sokhansanj *et al.* (2005) mengamati efek di mana suhu yang lebih tinggi mengakibatkan berkurangnya ketahanan material terhadap beban yang diterapkan untuk densifikasi dan menghasilkan kualitas pelet yang lebih baik. Briket jerami



gandung diatur dengan tekanan tertentu pada suhu antara 60-140 °C, tingkat pemadatan dan stabilitas dimensi lebih tinggi. Mereka juga menyimpulkan bahwa ekspansi briket kurang ketika suhu mati antara 90 dan 140 °C. Selain itu permukaan briket hangus dan sedikit berubah warna pada suhu di atas 110 °C karena degradasi kimia (Smith *et al.*, 1977). Ketika suhu pelet >90°C secara signifikan meningkatkan nilai daya tahan *alfalfa pelet*. Mereka menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan pelet yang tahan lama, perlu untuk mengkondisikan penggilingan pada 90 °C atau lebih, yang dapat menghasilkan suhu pelet yang tinggi dan meningkatkan ikatan partikel yang lebih baik (Tabil Jr *et al.*, 1996).

### 2.5.2 Tekanan

Tekanan memainkan peran penting dalam kualitas pelet yang dibuat dari biomassa pertanian. Tekanan briket harus dipilih pada nilai optimum yang mempengaruhi kekuatan mekanik dengan meningkatkan deformasi plastis. Namun, di atas tekanan briket optimal, retakan dapat terjadi pada briket karena pelebaran yang tiba-tiba. Untuk ukuran die tertentu dan kondisi penyimpanan, ada tekanan die maksimum yang di luar itu tidak ada perolehan signifikan dalam kohesi (ikatan) briket yang dapat dicapai (Yaman *et al.*, 2000). Kompresi serbuk gergaji kayu ek pada tingkat aplikasi tekanan yang bervariasi dari 0,24 hingga 5,0 MPa/s memiliki pengaruh yang signifikan terhadap densitas kering bahan padat pada kadar air 10,1% Mereka juga mengamati bahwa ketika pemadatan kecepatan lebih rendah dari 3 MPa, densitas kayu gelondongan menurun, sedangkan pengaruhnya dapat diabaikan dengan peningkatan kecepatan pemadatan menjadi 3 MPa/s (Li *et al.*, 2000). Selama peletisasi biomassa pertanian secara terus menerus, tekanan cadangan diperlukan untuk memulai proses peletisasi. Tekanan cadangan dibuat oleh penumpukan material di saluran tekan, yang menetapkan persyaratan *pressaire* (tekanan prategang) untuk mengatasi gesekan di dalam saluran. *Prescort* peletisasi awal tergantung pada dimensi die seperti lubang die, panjang die, koefisien gesekan, dan prategang presiune (Holm *et al.*, 2006).

### 2.5.3 Jenis Bahan

Dalam pembuatan biopelet dengan proses densifikasi, jenis bahan sangat perlu diperhatikan. Mengingat dalam densifikasi yang titik fokusnya pada pengempaan dengan tekanan tinggi, maka jenis bahan yang digunakan harus memiliki kandungan yang dapat saling mengikat saat dilakukan pengempaan. Sehingga hasil pelet yang telah melalui proses densifikasi akan memiliki nilai kerekatan, kerapatan dan ketahanan yang tinggi. Dalam pemilihan jenis bahan, hal yang perlu diperhatikan yaitu variabel bahan baku dan komposisi biomassa.

Variabel bahan baku memiliki pengaruh besar terhadap kualitas biopelet dan teknologi yang akan digunakan dalam proses densifikasi ini. Variabel bahan baku yang perlu diperhatikan meliputi kadar air dan ukuran partikel, bentuk, dan distribusi. Menurut Mohsenin & Zasko (1976) dalam studinya tentang densifikasi, bahan yang memiliki kadar air lebih rendah dan serat panjang yang lebih sedikit (lebih halus) memberikan wafer yang lebih stabil karena ekspansi yang terbatas. Artinya kadar air dan serat dalam jenis bahan sangat berpengaruh terhadap kualitas biopellet yang dihasilkan. Menurut Sokhansanj *et al.* (2005) mengidentifikasi bahwa kadar air optimum untuk pelet bahan selulosa adalah 8-12%. Ketika bahan memiliki kadar air yang lebih rendah, maka pelet yang dihasilkan akan lemah dan rapuh. Selain itu, ukuran, bentuk dan distribusi partikel juga berpengaruh terhadap kualitas pelet yang dihasilkan. Menurut Brunerová *et al.* (2019) dalam artikelnya tentang bio-briket ampas kopi dan serbuk gergaji kayu dengan bahan yang memiliki bentuk dan ukuran partikel yang berbeda menyimpulkan bahwa kualitas mekanik bio-briket mencapai hasil lebih baik ketika campuran kedua bahannya memiliki kesamaan bentuk dan ukuran partikelnya. Jika memiliki perbedaan yang signifikan, maka partikel tidak dapat membentuk ikatan yang permanen dan kuat satu sama lain. Selain daripada ukuran partikel, kandungan kimia bahan tambahan pada pembuatan pelet ampas kopi juga perlu diketahui agar bahan tambahan dapat memiliki ikatan dengan bahan utama.

Tabel 3. Kandungan kimia serbuk gergaji kayu

Kandungan	Kadar (%)
Selulosa	40-50%
Lignin	18-33%
Pentosa	21-24%
Zat ekstraktif	1-2%
Abu	0,22-6%

Sumber: Jurnal of Science and Technology (Arni *et al.*, 2014).

Komposisi biomassa dapat mempengaruhi proses pemadatan pada saat proses densifikasi. Biomassa memiliki substansi dengan berat molekul yang meliputi bahan organik (ekstraktif) dan anorganik (abu), sedangkan bahan makromolekul meliputi selulosa, hemi-selulosa, dan lignin. Komposisi kimia sangat berpengaruh karena ketika proses densifikasi biomassa digabungkan dengan faktor suhu dan tekanan akan menghasilkan perubahan yang signifikan dalam komposisi kimia biomassa melalui mekanisme yang disebut reaksi interaksi. Efek variabel proses densifikasi pada beberapa konstituen kimia umum seperti pati, selulosa, hemi-selulosa, lemak, dan lipid akan membantu memperjelas parameter kualitas seperti kadar air, densitas curah, dan daya tahan biomassa padat (Mohan *et al.*, 2006).

#### 2.5.4 Lama Waktu Kompresi

Secara teoritis, lama waktu pengompresian berpengaruh terhadap nilai kalor, karena kenaikan kadar air bahan berbanding terbalik dengan kenaikan nilai kalor. Dengan adanya pengaruh penambahan waktu pengompresian maka akan semakin rendah nilai kadar air bahan dan semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan (Simanjuntak *et al.*, 2022).

Li and Liu (2000), menemukan bahwa waktu penahanan serbuk gergaji kayu dalam cetakan lebih berpengaruh pada tekanan yang rendah dibandingkan pada tekanan yang lebih tinggi. Pada tekanan tertinggi (138 Mpa), pengaruh lama waktu penahanan menjadi diabaikan. Selain itu lama waktu penahanan hanya memiliki sedikit efek pada tingkat ekspansi dan lebih banyak berpengaruh pada

tekanan rendah. Jika lama waktu penahanan lebih dari 40 detik akan memiliki efek yang dapat diabaikan pada kepadatan. Waktu penahanan 10 detik dapat menghasilkan peningkatan 5% dalam kepadatan sedangkan pada waktu penahanan lebih dari 20 detik, efeknya berkurang secara signifikan.

#### 2.5.5 Zat Aditif (*Additive*)

Zat aditif adalah bahan yang ditambahkan dengan sengaja ke dalam proses pembuatan biopellet. Biasanya penambahan bahan tersebut dikarenakan bahan baku biopellet tidak mengandung banyak lignin, sehingga ketika di bentuk menjadi pelet akan menjadi lebih lemah dan rapuh. Pada penelitian ini, bahan baku yang digunakan yaitu ampas kopi bubuk (*Spent Coffee Ground*) yang memiliki kandungan minyak lebih besar daripada kandungan ligninnya, minyak yang terkandung berkisar 10-20% dari berat ampasnya (Caetano *et al.*, 2012). Sehingga ampas kopi butuh bahan tambahan yang fungsinya sebagai pengikat agar pelet yang dihasilkan tidak mudah hancur.

Zat aditif ini dikenal juga sebagai bahan perekat yang berfungsi untuk menarik air dan membentuk tekstur padat atau mengikat bahan lain yang akan direkatkan. Jika ditentukan melalui tekanannya, bahan pengikat yang digunakan pada tekanan rendah adalah lem, karena lem memiliki ketahanan terhadap air yang rendah. Sedangkan bahan pengikat pada tekanan tinggi adalah lem alami (lignin) yang terdapat pada serbuk gergaji kayu. Pada saat tekanan dan suhu tinggi, lignin akan mengalami deformasi sehingga berperan sebagai perekat alami yang akan mengikat bahan sehingga menghasilkan pelet yang minim akan terserap air dan tidak mudah rapuh (Anugrah, 2020).

### III. METODOLOGI

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2022 sampai Februari 2023. Pembuatan pelet di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian (Lab. DAMP) dan analisis data dilakukan di Laboratorium Rekayasa Sumberdaya Air dan Lahan (Lab. RSDAL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah nampan, ayakan, alat pengepres hidrolis, timbangan duduk, timbangan analitik, mikrometer sekrup, oven, desikator, kalorimeter, colorimeter, tanur, cawan porselin, bor duduk, ragum, gelas beaker, pH meter, plastik, alat tulis menulis, laptop untuk mengolah data, kamera, kertas label, dan alat pendukung lainnya.

Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah bahan A yaitu ampas kopi yang diperoleh dari *Coffe Shop* di Pesawaran, bahan B yaitu serbuk gergaji kayu yang diperoleh dari panglong kayu di Bandar Lampung.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial. Percobaan dilakukan dengan menggunakan dua faktor yaitu variasi tekanan dan rasio campuran antara ampas kopi (Bahan A) dan serbuk gergaji kayu (Bahan B) dengan setiap faktor terdiri dari tiga taraf dan tiga kali ulangan.

Faktor pertama yaitu tekanan yang terdiri dari 4 taraf:

1. Besar tekanan 0.5 ton (T1)
2. Besar tekanan 1.5 ton (T2)
3. Besar tekanan 2.5 ton (T3)
4. Besar tekanan 3.5 ton (T4)

Faktor kedua yaitu rasio campuran bahan antara ampas kopi (A) dan serbuk gergaji kayu (B) yang terdiri dari 4 taraf:

1. 100% Ampas kopi (P1)
2. 75% Ampas kopi : 25% Serbuk gergaji (P2)
3. 50% Ampas kopi : 50% Serbuk gergaji (P3)
4. 25% Ampas kopi : 75% Serbuk gergaji (P4)

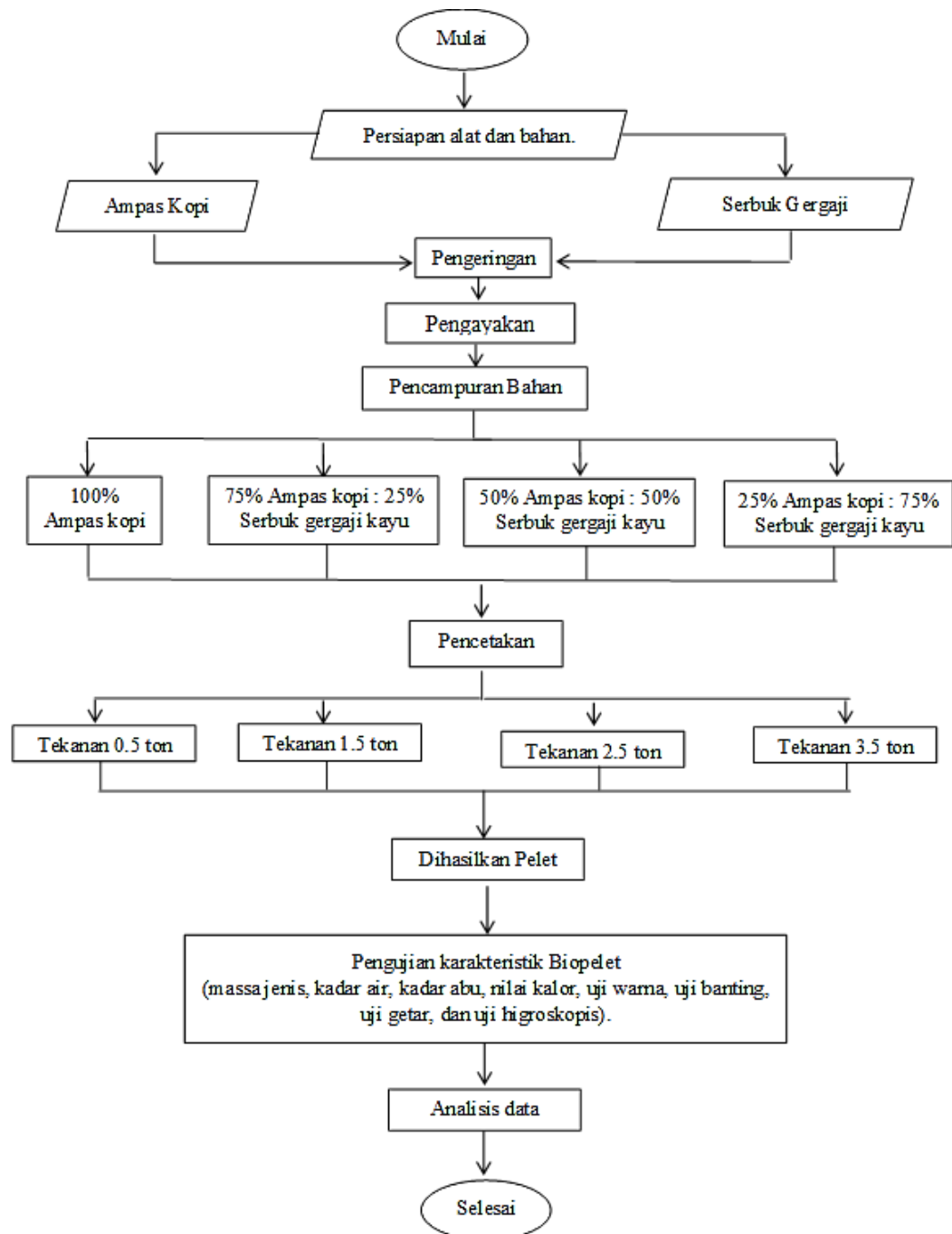
Tabel 4. Kombinasi perlakuan

Tekanan	Ulangan	Rasio Campuran			
		P1	P2	(P3)	(P4)
0.5 ton (T1)	1	T1P1U1	T1P2U1	T1P3U1	T1P4U1
	2	T1P1U2	T1P2U2	T1P3U2	T1P4U2
	3	T1P1U3	T1P2U3	T1P3U3	T1P4U3
1.5 ton (T2)	1	T2P1U1	T2P2U1	T2P3U1	T2P4U1
	2	T2P1U2	T2P2U2	T2P3U2	T2P4U2
	3	T2P1U3	T2P2U3	T2P3U3	T2P4U3
2.5 ton (T3)	1	T3P1U1	T3P2U1	T3P3U1	T3P4U1
	2	T3P1U2	T3P2U2	T3P3U2	T3P4U2
	3	T3P1U3	T3P2U3	T3P3U3	T3P4U3
3.5 ton (T4)	1	T4P1U1	T4P2U1	T4P3U1	T4P4U1
	2	T4P1U2	T4P2U2	T4P3U2	T4P4U2
	3	T4P1U3	T4P2U3	T4P3U3	T4P4U3

Masing-masing perlakuan kombinasi mengalami pengulangan (U) sebanyak 3 kali sehingga didapat 48 satuan percobaan. Data dianalisis dengan menggunakan Excel dengan melakukan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan BNT 0,05.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Bagan alir pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan alir pembuatan biopellet ampas kopi

Penelitian ini dilakukan melalui tahap-tahap berikut :

#### 3.4.1 Persiapan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan bahan ampas kopi dari Coffeeshop (Kopi Ketje) Gedongtataan, Kabupaten Pesawaran dan serbuk gergaji kayu dari Pengrajin Kayu di Kota Bandar Lampung. Setelah bahan didapatkan, selanjutnya yaitu tahap pengeringan untuk menghasilkan biopelet berkuliatas harus dibuat dengan bahan yang memiliki kadar air rendah bahkan kering. Tahap pengeringan ampas kopi dan serbuk gergaji dengan menggunakan terpal sebagai alas penjemuran dibawah panas sinar matahari sampai bahan tersebut kering. Pengeringan harus dilakukan hati-hati, karena bahan tersebut bersifat *adsorben*. Sehingga ketika ampas kopi dan serbuk gergaji sudah kering dan ingin diangkat ke dalam ruangan harus ditutupi oleh terpal yang kedap udara untuk tetap mempertahankan kadar airnya. Pada penelitian ini maksimal kadar air pada tiap bahan adalah 10% sesuai SNI 8675:2018 mengenai standar pelet biomassa energi. Pengetesan kadar air berfungsi agar biopelet yang dihasilkan dapat terekat dengan baik dan jika setelah tercetak tidak perlu dikeringkan lagi karena akan terjadi penyusutan ukuran. Jika dirasa bahan sudah cukup kering, langkah selanjutnya yaitu pengayakan. Kedua bahan tersebut diayak hingga menghasilkan partikel yang sama seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Ampas kopi dan serbuk gergaji kayu lolos ayak 1 mm



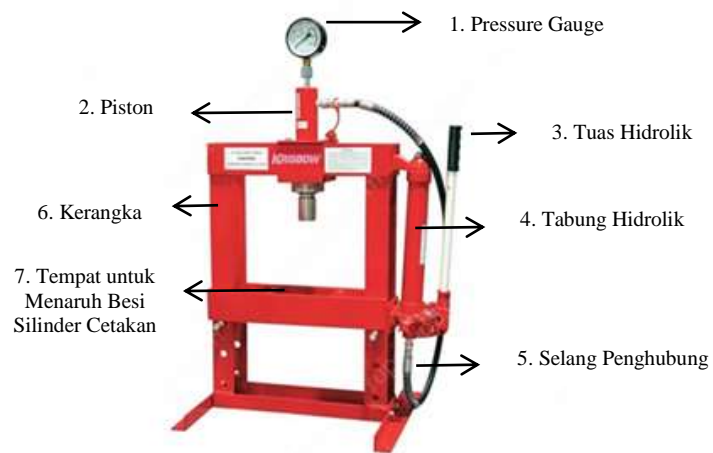
### 3.4.2 Pencampuran Bahan

Pencampuran ampas kopi dan serbuk gergaji dilakukan dengan rasio campuran yang berjumlah 4 taraf yaitu 100%, 75%, 50%, dan 25% ampas kopi.

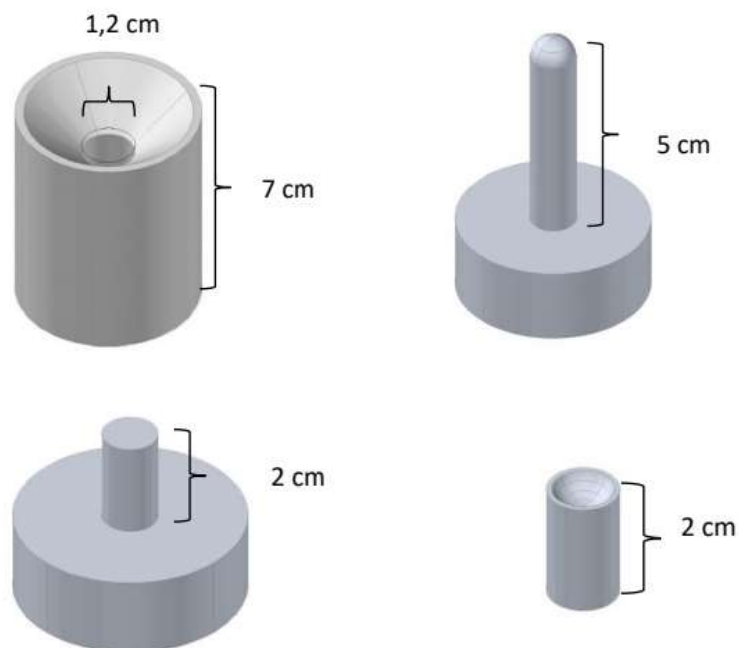
Pencampuran dilakukan per-taraf dengan contoh: jika membuat pelet dengan berat 500gr, maka jumlah rasio pencampurannya yaitu 375 gr (75%) ampas kopi dan 125 gr (25%) serbuk gergaji kayu.

### 3.4.3 Pencetakan Biopelet

Pencetakan biopelet dilakukan di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian (Lab.DAMP) Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung dengan menggunakan alat press hidrolis dengan prinsip kerja menggunakan teknik densifikasi atau pengepresan menggunakan tekanan tinggi untuk dapat tercetak menjadi pelet berdiameter 1,2 cm dan panjang besi silinder pencetakan yaitu 10 cm. Pada pencetakan biopelet terdapat empat taraf variasi tekanan dan empat taraf rasio campuran bahan yang akan memberikan hasil yang berbeda tiap variasi tekanan dan rasio campurannya. Setelah pelet tercetak, maka akan diletakkan di dalam sebuah nampan sesuai dengan perlakuannya. Langkah selanjutnya yaitu pengambilan data penelitian dengan beberapa uji parameter yang telah ditentukan, seperti uji kadar air, uji kadar abu, uji nilai kalor, uji kadar zat terbang, uji nilai kerapatan, uji lama waktu pembakaran dan uji ketahanan biopelet. Seluruh pengujian tersebut guna melihat perbedaan karakteristik dan kualitas dari setiap perlakuannya.



Gambar 5. Krisbow alat press hidrolik Bench Type 10 T



Gambar 6. Sketsa besi silinder cetakan pelet

### 3.4.4 Pengujian Karakteristik Biopelet Ampas Kopi

#### 3.4.4.1 Uji Kadar Air

Kadar air merupakan persentase kandungan air yang terdapat pada suatu bahan. Kadar air pada biopelet sangat berpengaruh terhadap jumlah asap yang dihasilkan, daya tahan penyimpanan, dan penyalaan biopelet saat dijadikan bahan bakar.

Pengujian kadar air pada biopelet dengan cara memasukkan cawan porselin ke dalam oven pada suhu 105°C selama waktu 30 menit, kemudian cawan porselin di dinginkan di dalam desikator. Lalu selanjutnya menimbang bobot kosongnya (C) dan dicatat. Lalu menimbang satu sampel biopelet ke dalam cawan porselin yang sudah diketahui bobotnya (P) dan selanjutnya memanaskan sampel kedalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Setelahnya diangkat cawan yang berisikan sampel, kemudian di dinginkan ke dalam desikator dan ditimbang bobotnya hingga menghasilkan selisih massa (Q).

$$Kadar\ Air = \frac{BB-BK}{BB-C} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

C = Bobot kosong cawan porselin (g)

BB = Bobot cawan + sampel pelet sebelum dimasukkan kedalam oven (g)

BK = Bobot cawan + sampel pelet sesudah dikeluarkan dari oven (g)

#### 3.4.4.2 Uji Massa Jenis

Penerapan berat jenis dilakukan dengan mengambil 1 batang pelet lalu ditimbang dan diukur volumenya dengan dimasukkan dalam wadah (gelas ukur). Diukur diameter (D), panjang (L), dan berat (W) satu batang pelet, karena densitas merupakan perbandingan antara berat dan volume bahan bakar padat. Densitas memiliki pengaruh terhadap nilai kalor bahan bakar padat, karena semakin besar nilai densitas maka akan semakin meningkat nilai kalornya. Besar dan kecilnya nilai densitas dipengaruhi oleh tekanan saat pengempaan, ukuran dan kehomogenan penyusun bahan bakar pada itu sendiri. Pengujian dilakukan dengan menguji massa jenis partikel (1 pelet) dan massa jenis curah (Bulkdensity) sebesar 100 gram pelet. Nilai densitas dapat diketahui dengan dihitung menggunakan rumus berikut.

$$Massa\ Jenis\ (g/mm^3) = \frac{Massa}{Volume} \dots\dots\dots(1)$$

#### 3.4.4.3 Uji Kadar Abu

Pada bahan bakar alternatif biopelet, nilai kadar abu sangat perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi efisiensi pembakaran dan jumlah abu yang dihasilkan. Jika jumlah abu yang dihasilkan sangat banyak, maka akan menyebabkan kesulitan untuk mendapatkan efisiensi pembakaran yang tinggi. Pengujian kadar abu pada biopelet dilakukan dengan cara memanaskan cawan porselin ke dalam oven pada suhu 105°C selama waktu 30 menit, kemudian mendinginkannya di dalam desikator, lalu ditimbang bobot kosong cawan porselin (C). setelahnya menimbang satu sampel biopelet yang diletakkan ke dalam cawan porselin yang bobotnya telah diketahui (P). Lalu cawan porselin yang berisi sampel biopelet dipanaskan ke dalam tanur dengan suhu 550°C selama waktu 2jam. Setelah itu cawan dipindahkan dari tanur ke dalam desikator untuk didinginkan selama 2 jam dan setelah itu ditimbang hingga terdapat selisih massa (Q).

$$Kadar\ Abu = \frac{Q-C}{P-C} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

C = Bobot kosong cawan porselin (g)

P = Bobot cawan + sampel pelet sebelum dimasukkan kedalam tanur (g)

Q = Bobot cawan + abu (g)

#### 3.4.4.4 Uji Nilai Kalor Bahan

Nilai kalor merupakan salah satu indikator dalam menentukan kualitas bahan bakar biopelet. Jika semakin tinggi nilai kalor, maka bahan yang digunakan memiliki kualitas yang bagus dan hasilnya pun biopelet yang berkualitas. Nilai kalor bahan diukur dengan menggunakan Bomb kalorimeter merk PARR Type 1341.

#### 3.4.4.5 Uji Warna Bahan dan Pelet

Uji warna pelet dilakukan dengan menentukan intensitas tiga warna utama yang membentuk warna pada pelet, pengukuran ini menggunakan bantuan alat *Colorimeter Amtast-AMT507*. Pengujian perubahan warna dilakukan dengan menggunakan *CIE-Lab* yaitu mengukur warna kecerahan ( $L^*$ ), kromatisasi merah ( $+a^*$ ) atau hijau ( $-a^*$ ), dan kromatisasi kuning ( $+b^*$ ) atau biru ( $-b^*$ ). Setelah itu dilakukan perbandingan nilai  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$  dari setiap perlakuannya.

#### 3.4.4.6 Uji Ketahanan Banting

Ketahan dan kekuatan pelet saat disimpan atau dipindahkan dapat diuji dengan menggunakan analisis uji banting. Pengujian ini dilakukan dengan menjatuhkan pelet dari ketinggian 2 meter, kemudian diamati serta ditimbang pelet yang utuh. Pelet yang berkualitas, tidak mengalami perubahan bobot setelah dilakukan uji banting. Untuk menghitung nilai uji banting dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Ketahanan Banting} = \left( \frac{w_1}{w_2} \right) \times 100\% \dots\dots (5)$$

Keterangan :

$W_2$  = Pelet sebelum dijatuhkan (g)

$W_1$  = Pelet sesudah dijatuhkan (g)

#### 3.4.4.7 Uji Ketahanan Getar

Pengujian ketahanan getar bertujuan untuk mengetahui persentase jumlah pelet yang masih utuh ketika telah dilakukan perlakuan fisik dengan bantuan alat mekanik. Sebelum dilakukan pengujian, pelet terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui bobot awal. Setelah itu pelet dimasukkan ke dalam media penggetar selama 3 menit. Apabila sudah 3 menit, mesin dimatikan dan diambil pelet yang berukuran paling besar dan ditimbang kembali. Mesin penggetar yang digunakan memiliki frekuensi getaran sebesar  $\pm 1200$  rpm atau  $\pm 20$  Hz dan amplitude batang

penggetar sebesar 5,5 cm. Untuk mengetahui nilai ketahanan getar dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Ketahanan Getar} = \left(\frac{m_b}{m_a}\right) \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

$m_a$  = Massa pelet awal (g)

$m_b$  = Massa pelet utuh setelah pengujian (g)

#### 3.4.4.8 Uji Higroskopis (*Hygroscopic*)

Uji higroskopis merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan atau umur simpan pelet ampas kopi apabila dibiarkan di ruang terbuka tanpa dikemas. Pengujian ini dilakukan pada masing-masing sampel percobaan yang telah dioven selama 24 jam dengan suhu 105°C, lalu pengujian dilakukan sebanyak 3 (tiga ) kali. Sampel yang telah dioven akan didinginkan ke dalam desikator. Apabila sampel telah dingin dapat langsung di timbang untuk diketahui bobot awal biopelet. Pelet dimasukkan ke dalam wadah/cawan untuk dibiarkan di ruang terbuka dengan suhu berkisar 24.5-29°C, sedangkan kelembaban sebesar 40-79%. Setiap hari dilakukan penimbangan pada pelet untuk mengetahui perubahan bobot pelet. Pengujian ini dilakukan hingga berat pelet menjadi konstan. Berikut rumus untuk menghitung higroskopisitas:

$$DSA = \frac{(m_t - m_0)}{m_0} \times 100\% \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

DSA = Daya serap air/higroskopis

$M_0$  = Bobot hari ke-0 (bobot awal setelah pengovenan)

$M_t$  = Bobot hari ke-n

### **3.5 Analisis Data**

Analisis data dilakukan dengan cara mengolah data yang telah diperoleh dari parameter pengujian selama jalannya proses penelitian. Penelitian ini dianalisa dengan menggunakan metode kuantitatif dalam bentuk deskriptif yang meliputi tabel, grafik, dan diagram batang. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam (Anova) yang kemudian dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) taraf 5% menggunakan Excel.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Pembuatan pelet ampas kopi ini, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahan baku ampas kopi (*Spent coffee ground*) mempunyai karakteristik sebagai berikut: Nilai massa jenis ampas kopi sebesar  $0.46 \text{ gr/cm}^3$ , nilai kadar air bahan nilai 10.03% dan nilai kalor 19,88 MJ/kg. Sedangkan pada bahan serbuk gergaji kayu diketahui nilai massa jenis sebesar  $0,23 \text{ gr/cm}^3$ , nilai kadar air bahan 9,55% dan nilai kalor sebesar 13,52 MJ/kg.
2. Faktor tekanan berpengaruh sangat nyata terhadap massa jenis pelet, *bulkdensity*, kadar air, ketahanan banting dan setahanan getar, serta berpengaruh nyata terhadap warna pelet pada nilai warna kromatisasi (nilai  $a^*$  dan nilai  $b^*$ ). Faktor rasio campuran bahan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, nilai warna pelet, ketahanan banting dan ketahanan getar, serta berpengaruh nyata terhadap massa jenis pelet.
3. Faktor variasi tekanan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu, nilai warna  $L^*$  pelet dan higroskopis. Faktor rasio campuran bahan tidak berpengaruh terhadap *bulkdensity* dan higroskopis.
4. Pelet dengan perlakuan T4P2 memiliki karakteristik yang baik menurut penulis dalam hal nilai kalor, karena biopelet merupakan bahan bakar biomassa jadi nilai kalor harus dipertimbangkan antara ampas kopi dan serbuk kayu yang memiliki nilai kalor jauh lebih rendah dibandingkan ampas kopi. Tak hanya itu perlakuan T4P2 juga masuk dalam kategori terbaik dalam hal nilai hasil pengujian kadar air, kadar abu, ketahanan banting dan



ketahanan getar karena lolos dalam syarat SNI, meskipun nilai densitas yang dimiliki semua sampel pelet belum memenuhi syarat SNI.

## **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan sehubungan dengan penelitian tentang pembuatan pelet ampas kopi ini adalah:

1. Perlu diteliti serbuk gergaji kayu dengan yang berbeda-beda ukuran atau jenis partikel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amirta, R. 2018. Pellet Kayu (Energi Hijau Masa Depan). in *Mulawarman University Press*. Samarinda.
- Anderson, J., Helwani, Z. & Komalasari. 2017. Proses Densifikasi Pelepah Sawit Menggunakan Gliserol Sebagai Filler Menjadi Bahan Bakar Padat. *Jom Fteknik*, 4(1), hal. 2–5.
- Anugrah, W.M. 2020. Analisis Mutu Bahan Bakar Biopellet Dari Kombinasi Limbah Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jacq* ) Dan Cangkang Mete (*Anacardium occidentale*). *Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan*, hal. 1–33.
- Arni, A., Labania, H.M.D. & Nismayanti, A. 2014. Studi uji karakteristik fisis briket bioarang sebagai sumber energi alternatif. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 3(1).
- B.P.S. 2020. *Statistik Konsumsi Pangan 2020*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian; Kementerian Pertanian.
- Basu, P., Rao, S. & Dhungana, A. 2013. An investigation into the effect of biomass particle size on its torrefaction. *The Canadian journal of chemical engineering*, 91(3), hal. 466–474.
- Basuki, M.A.A. & Wafiq, Z. 2020. *Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Biobriket Menggunakan Metode Torefaksi*. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Brunerová, A., Roubík, H., Brožek, M., Haryanto, A., Hasanudin, U., Iryani, D. A., Herák, D. 2019. Valorization of bio-briquette fuel by using spent coffee ground as an external additive. *Energies*, 13(1), hal. 54.

- Caetano, N.S., Silva, V.F.M. & Mata, T.M. 2012. Valorization of Coffee Grounds for Biodiesel Production Valorization of Coffee Grounds for Biodiesel Production. *Chemical Engineering Transactions*, 26(January), hal. 267–272.
- Pratomo, A.C. 2020. Karakteristik biopelet campuran serbuk gergaji kayu sengon dan ampas kopi. *Universitas Muhammadiyah Malang*, hal. 4–15.
- Damayanti, R., Lusiana, N. & Prasetyo, J. 2017. Studi pengaruh ukuran partikel dan penambahan perekat tapioka terhadap karakteristik biopelet dari kulit coklat (*Theobroma Cacao L.*) sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 11(1), hal. 51–60.
- Endah, D.L. 2009. Perancangan Bahan Bakar Pelet Biomasa dengan Nilai Kalor Optimal dan Emisi Rendah untuk Masyarakat Perkotaan di Indonesia. *Universitas Indonesia*, hal. 1–89.
- Fatriani, Sunardi & Arfianti. 2018. Kadar Air, Kerapatan, dan Kadar Abu Wood Pellet Serbuk Gergaji Kayu Galam (*Melaleuca cajuputi Roxb*) dan Kayu Akasia (*Acacia mangium Wild*). *EnviroScienteeae*, 14(1), hal. 77–81.
- Hall, G.E. & Hall, C.W. 1968. Heated-die wafer formation of alfalfa and bermudagrass. *Transactions of the ASAE*, 11(4), hal. 578–581.
- Hasanuddin, I.H.L. 2012. Pembuatan Biopelet Ampas Kelapa Sebagai Energi Bahan Bakar Alternatif Penganti Minyak Tanah Ramah Lingkungan. *Laporan Penelitian Berorieantasi Produk. Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo*.
- Hayati, R., Marliah, A. & Rosita, F. 2012. Sifat Kimia Dan Evaluasi Sensori Bubuk Kopi Arabika. *Florateg*, 7, hal. 66–75.
- Hilmawan, E., Fitriana, I., & Sugiyono, A.A. 2021. *Outlook Energi Indonesia 2021 : Perspektif Teknologi Energi Indonesia : Tenaga Surya Untuk Penyediaan Energi Charging Station*. Jakarta: Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi.

- Holm, J.K., Henriksen, U.B., Hustad, J.E., & Sørensen, L.H. 2006. Toward an understanding of controlling parameters in softwood and hardwood pellets production. *Energy & Fuels*, 20(6), hal. 2686–2694.
- ICO, 2018. Perundingan Kopi International International Coffee Organization (ICO). *Kementerian Perdagangan Republik Indonesia*.
- Iskandar, N., Nugroho, S. & Feliyana, M.F. 2019. Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI. *Momentum*, 15(2), hal. 102–108.
- Iswandi, U. & Dewata, I. 2020. *Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Deepublish.
- Jamal, U.A. 2019. *Pemanfaatan Serbuk Gergaji Dan Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pada Pt. Indonesia Power Ujp Pltu Barru*. Makassar: Politeknik Ati Makassar.
- Juliantari, N.P.D., Wrasati, L.P. & Wartini, N.M. 2018. Karakteristik Ekstrak Ampas Kopi Bubuk Robusta (*Coffea Canephora*) Pada Perlakuan Konsentrasi Pelarut Etanol Dan Suhu Maserasi Characteristics Of Coffee Grounds Robusta Extract (*Coffea canephora*) In The Treatment Of Ethanol Solvent Concentration And Macera. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri ISSN*, 2503, hal. 488X.
- Lehmann, B., Schröder, H-W., Wollenberg, R., Repke, J-U. 2012. Effect of miscanthus addition and different grinding processes on the quality of wood pellets. *Biomass and bioenergy*, 44, hal. 150–159.
- Li, Y. & Liu, H. 2000. High-pressure densification of wood residues to form an upgraded fuel. *Biomass and Bioenergy*, 19(3), hal. 177–186.
- Mahmudan, A. 2022. *Konsumsi Kopi di Indonesia Tahun 2020/2021*, *DataIndonesia.id*.
- Mohan, D., Pittman Jr, C.U. & Steele, P.H. 2006. Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil: a critical review. *Energy & fuels*, 20(3), hal. 848–889.

- Mohsenin, N. & Zaske, J. 1976. Stress relaxation and energy requirements in compaction of unconsolidated materials. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 21(2), hal. 193–205.
- Mulato, S. 2022. *Penyeduhan Kopi “Milenial,” cctcid.com*. Tersedia pada: <https://www.cctcid.com/2022/03/02/penyeduhan-kopi-milenial/>.
- Pambudi, F.K., Nuriana, W. & Hantarum, H. 2018. Pengaruh Tekanan Terhadap Kerapatan, Kadar Air dan Laju Pembakaran Pada Biobriket Limbah Kayu Sengon. in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, hal. 547–554.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiyono, Siswanto, Indrawanti, C., & Munarso, S. J. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Diedit oleh S.J. Prastowo, Bambang; Karmawati, Elna; Rubiyono; Siswanto; Indrawanto, Chandra; Munarso. Jakarta: Eska Media.
- Purba, T., Situmeang, R., Rohman, H.F., Mahyati, Arsi, Firgiyanto, R., Junaedi, A.S., Saadah, T.T., Junairiah, & Herawati, J. (2021) *Pupuk dan Teknologi Pemupukan*. Yayasan Kita Menulis.
- Rahmawati, M.A. & Fibrianto, K. 2018. Karakterisasi Sensori Kopi Robusta Dampit : Kajian Pustaka Sensory Characterization of Dampit Robust Coffee : Literature Review. *Pangan dan Agroindustri*, 6(1), hal. 75–79.
- Ridhuan, K. & Suranto, J. 2016. Perbandingan pembakaran pirolisis dan karbonisasi pada biomassa kulit durian terhadap nilai kalori. *Jurnal Teknik Mesin; Universitas Muhammadiyah Metro*, 5(1), hal. 50–56.
- Rochmah, H.F., Kresnanda, A.S. & Asyidiq, M.L. 2021. Utilization of Coffee Grounds Waste as an Effort to Empower Coffee Farmers in. *Jurnal Sains Terapan : Wahana Informasi dan Alih Teknologi Pertanian*, 11(2), hal. 60–69.
- Rusdianto, A.S., Choiron, M. & Novijanto, N. 2014. Karakterisasi Limbah Industri Tape Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biopellet. *Jurnal Industria*, 3(1), hal. 27–32.

- Simanjuntak, F.A., Wisnu, F.K., Telaumbanua, M., & Haryanto, A. 2022. Pengaruh Durasi Penekanan dan Ukuran Partikel terhadap Kualitas Pelet Serbuk Gergaji. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(3), hal. 349–360.
- Smith, I.E., Probert, S.D., Stokes, R.E., & Hansford, R.J. 1977. The briquetting of wheat straw. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 22(2), hal. 105–111.
- Sokhansanj, S., & Tabil Jr, L. 2005. Binderless pelletization of biomass. in 2005 *ASAE Annual Meeting*. American Society of Agricultural and Biological Engineers, hal. 1.
- Tabil Jr, L. & Sokhansanj, S. 1996. Process conditions affecting the physical quality of alfalfa pellets. *Applied Engineering in Agriculture*, 12(3), hal. 345–350.
- Trisyulianti, E., Jacja, J. & Jayusmar, J. 2001. Pengaruh suhu dan tekanan pengempaan terhadap sifat fisik wafer ransum dari limbah pertanian sumber serat dan leguminose untuk ternak ruminansia. *Media Peternakan*, 24(3), hal. 76–81.
- Tumuluru, Shankar, J. & Wright, C.T. 2010. A Review on Biomass Densification Technologies for Energy Application Jaya Shankar Tumuluru. *Idaho National Laboratory*, hal. 1–73.
- Yaman, S., Şahan, M., Haykiri-açma, H., Şeşen, K., & Küçükbayrak, S. 2000. Production of fuel briquettes from olive refuse and paper mill waste. *Fuel Processing Technology*, 68(1), hal. 23–31.
- Yulianto, T. 2020. *Pengaruh Torefaksi Terhadap Sifat Fisis Black Pellet Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)*. Lampung: Universitas Lampung, hal. 1–44.