

**PENGARUH BESAR TEKANAN TERHADAP KARAKTERISTIK
BIOPELLET DARI LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU AKASIA DAUN
LEBAR DAN CEMPAKA**

(Skripsi)

Oleh

**Wahyu Arifiyanto
1714071056**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRACT

THE EFFECT OF PRESSURE TO THE CHARACTERISTICS OF AKASIA LARGE LEAF AND CEMPAKA SAWDUST WASTE

By

Wahyu Arifiyanto

In Indonesia, there are so much biomass like sawdust which come from wood waste industry and do not used optimally. Therefore, it can be used for alternative energy which more environmentally-friendly. There are some deficiencies from using biomass directly as source of energy, to overcome the deficiencies, biomass can be modified to biopellet. The aim of this research are to know the best pressure for making biopellet and to know the characteristic of Large Leaf Akasia sawdust biopellet and Cempaka sawdust biopellet. This research was using complete randomised design. There were two factors; the material of biopellet (Large Leaf Akasia sawdust and Cempaka sawdust) and pressure which used in making biopellet (0,5 ton (43 Mpa), 1 ton (86 Mpa), 1,5 ton (129 Mpa), 2 ton (172 Mpa), 2,5 ton (215 Mpa), dan 3 ton (258 Mpa)). Each treatment was repeated 3 times. The observed parameters were water content, mass density, bulk density, ash content, durability, water absorption, and color of biopellet. The result of this research shows that material used were significantly affected to bulk density and ash content. However, water content, mass density, durability, water absorption, and color of biopellet were not significantly affected to the material used. The pressure factor was significantly affected to mass density, bulk density, biopellet durability, but it was not significantly affected to water content, ash content, water absorption and discoloration of biopellet. The result of this research showed that Large Leaf Akasia sawdust biopellet (M1) produced a biopellet which has the higher mass density, bulk density, and ash content than Cempaka sawdust biopellet (M2). The best pressure for making of biopellet from waste of akasia large leaf and cempaka sawdust is 1,5 ton. It produced biopellet which has water content, mass density, and ash content that are conforming to SNI standard. It also has a high bulk density and durability, and a low water absorption.

Keywords: Biopellet, large leaf akasia sawdust, cempaka sawdust, pressure.

ABSTRAK

PENGARUH BESAR TEKANAN TERHADAP KARAKTERISTIK *BIOPellet* DARI LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU AKASIA DAUN LEBAR DAN CEMPAKA

Oleh

Wahyu Arifiyanto

Di Indonesia, biomassa seperti serbuk gergaji kayu yang berasal dari limbah industri kayu banyak dijumpai dan tidak dimanfaatkan secara maksimal. Sehingga bisa dijadikan sebagai energi alternatif yang lebih ramah lingkungan. Pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi secara langsung memiliki beberapa kekurangan, untuk mengatasi kekurangan tersebut, biomassa dapat diubah menjadi *biopellet*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar tekanan yang terbaik dalam pembuatan *biopellet* serta karakteristik *biopellet* berbahan serbuk gergaji kayu akasia daun lebar dan cempaka. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor yaitu bahan *biopellet* (serbuk gergaji kayu cempaka dan kayu akasia daun lebar) dan Tekanan yang digunakan saat pembuatan *biopellet* (0,5 ton (43 Mpa), 1 ton (86 Mpa), 1,5 ton (129 Mpa), 2 ton (172 Mpa), 2,5 ton (215 Mpa), dan 3 ton (258 Mpa)). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Parameter yang diamati diantaranya kadar air, massa jenis, *bulk density*, kadar abu, kekuatan, daya serap air, dan warna *biopellet*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahan serbuk gergaji kayu akasia daun lebar (M1) menghasilkan *biopellet* yang memiliki massa jenis, *bulk density*, dan kadar abu yang lebih tinggi dari *biopellet* berbahan serbuk gergaji kayu cempaka (M2). Tekanan yang terbaik untuk pembuatan *biopellet* dari limbah serbuk gergaji kayu akasia daun lebar dan cempaka adalah 1,5 ton, karena menghasilkan *biopellet* yang memiliki kadar air, massa jenis, dan kadar abu yang telah memenuhi standar SNI 8675:2018, memiliki *bulk density*, dan kekuatan yang besar, serta daya serap air yang rendah.

Kata Kunci: *Biopellet*, serbuk gergaji kayu akasia daun lebar, serbuk gergaji kayu cempaka, tekanan.

**PENGARUH BESAR TEKANAN TERHADAP KARAKTERISTIK
BIOPELLET DARI LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU AKASIA DAUN
LEBAR DAN CEMPAKA**

Oleh

WAHYU ARIFIYANTO

SKRIPSI

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

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi

: **PENGARUH BESAR TEKANAN TERHADAP
KARAKTERISTIK *BIOPELLET* DARI
LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU AKASIA
DAUN LEBAR DAN CEMPAKA**

Nama Mahasiswa

: **Wahyu Arifiyanto**

Nomor Pokok Mahasiwa

: **1714071056**

Jurusan/PS

: **Teknik Pertanian**

Fakultas

: **Pertanian**



Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP. 19650527199303 1 002

Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.
NIP. 19900226201903 1 012

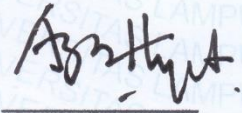
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 19621010198902 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

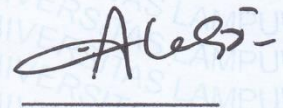
Ketua : Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.



Sekretaris : Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Agustus 2021

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Wahyu Arifivanto NPM 1714071056

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. dan 2) Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc. 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, 9 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



(Wahyu Arifivanto)

NPM. 1714071056

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Lampung Tengah pada tanggal 19 September 1998, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Rusdiyanto dan Ibu Utari. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Satya Dharma Sudjana pada tahun 2004 - 2005, Sekolah Dasar (SD) Negeri 3 Gunung Madu pada tahun 2005-2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Satya Dharma Sudjana pada tahun 2011 - 2014, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Terusan Nunyai pada tahun 2014 - 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Januari hingga Februari 2020, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2018 dengan tema “Membangun dan Meningkatkan Kemandirian Desa” di Pekon Kegeringan, Kecamatan Batu Brak, Kabupaten Lampung Barat sebagai Koordinator Desa. Sementara itu pada bulan Juni hingga Agustus 2020, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Gunung Madu Plantations dengan judul “Mempelajari Alat dan Mesin Pengolahan Lahan Dan Perawatan Tanaman Tebu Di PT Gunung Madu Plantations”.

Selama menjadi mahasiswa, penulis telah menjadi Asisten Dosen Pengampu pada mata kuliah Fisika Dasar tahun ajaran 2018 - 2019. Dalam bidang organisasi kemahasiswaan, penulis tercatat aktif dalam Organisasi/Lembaga Kemahasiswaan internal kampus sebagai Anggota Bidang Keprofesian (Keprof) Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) (Periode 2018 - 2019) dan Ketua Bidang Keprofesian (Keprof) Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) (Periode 2020).

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan hanya kepada Allah SWT Dzat Yang Maha Agung, atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, suri tauladan sepanjang zaman.

Skripsi dengan judul “Pengaruh Besar Tekanan Terhadap Karakteristik *Biopellet* Dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Lebar dan Cempaka” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian;
3. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku pembimbing pertama;
4. Bapak Febryan Kusuma Wisnu Pratama, S.T.P., M.Sc. selaku Pembimbing kedua;
5. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si. selaku Pembimbing Akademik;
6. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
7. Ayahanda dan Ibunda;
8. Sutrisno Mebel Metro Kibang;
9. PT Gunung Madu Plantations;

10. Bintang Khadavy Ardiyanto dan Afaf Nuha Nafisah Ariyanto selaku adik penulis;
11. Andini Prima Rosa, Agung Wahyudi, Yoga, Steffanus, Willy, Sugiono, dan Andika;
12. Seluruh rekan atau keluarga Teknik Pertanian Angkatan 2017;

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun demikian penulis berharap bahwa skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, 2021

Penulis

Wahyu Arifiyanto

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Hipotesis Penelitian	4
1.6. Batasan Masalah Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Permasalahan Energi Nasional.....	5
2.2. Biomassa	6
2.3. Cempaka.....	8
2.4. Akasia Daun Lebar	9
2.5. Biopellet	10
2.6. Faktor-faktor Densifikasi	12
2.6.1. Ukuran partikel	12
2.6.2. Kadar air.....	13
2.6.3. Temperatur biomassa	13
2.6.4. Temperatur alat pencetak	13
2.6.5. Tekanan	14
2.6.6. Lama penekanan.....	14
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	15
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	15

3.2.1.	Alat.....	15
3.2.2.	Bahan.....	16
3.3.	Rancangan Percobaan.....	16
3.4.	Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1.	Persiapan bahan baku.....	17
3.4.2.	Penjemuran.....	17
3.4.3.	Pengayakan	18
3.4.4.	Penimbangan	18
3.4.5.	Pencetakan biopellet.....	18
3.4.6.	Pengujian biopellet.....	19
3.4.7.	Analisis data	20
3.5.	Parameter Pengamatan	20
3.5.1.	Kadar air.....	20
3.5.2.	Massa jenis (mass density dan bulk density)	21
3.5.3.	Kadar abu	21
3.5.4.	Kekuatan biopellet	21
3.5.5.	Daya serap air.....	22
3.5.6.	Warna biopellet	22
3.6.	Tahapan Penelitian	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Kadar Air.....	27
4.2.	Massa jenis (mass density dan bulk density).....	29
4.3.	Kadar Abu	35
4.4.	Kekuatan Biopellet	37
4.5.	Daya Serap Air	40
4.6.	Warna Biopellet.....	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN.....		53

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Mutu <i>biopellet</i> Standar Nasional Indonesia (SNI) 8675:2018.....	12
2.	Tata Letak Percobaan.....	17
3.	Karakteristik Biopellet Dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Lebar dan Cempaka	27
4.	Uji Anova Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Kadar Air.....	27
5.	Uji Anova Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Massa Jenis (<i>mass density</i>).....	29
6.	Uji Anova Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap <i>Bulk Density</i>	32
7.	Uji Anova Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Kadar Abu	35
8.	Uji Anova Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Kekuatan <i>Biopellet</i> .	37
9.	Uji Anova Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Daya Serap Air	40
10.	Uji Anova Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Warna <i>Biopellet</i>	43

LAMPIRAN

11.	Kadar Air	55
12.	Kadar Air Bahan	56
13.	Massa Jenis	56

14. <i>Bulk Density</i>	58
15. <i>Bulk Density</i> Bahan	59
16. Kadar Abu	59
17. Kadar Abu Bahan	61
18. Kekuatan <i>Biopellet</i>	61
19. Warna <i>Biopellet</i>	62
20. Warna Bahan	64
21. Daya Serap Air	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Pencetak Pelet (<i>Press</i> Hidrolik)	19
2.	Diagram Alir Penelitian	24
3.	Serbuk Kayu Akasia Daun Lebar.....	25
4.	Serbuk Gergaji Kayu Cempaka	26
5.	Biopellet Dari Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Lebar dan Cempaka ..	26
6.	Grafik Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Kadar Air	28
7.	Hasil Uji BNT Pengaruh Faktor Bahan Terhadap Massa Jenis <i>Biopellet</i>	30
8.	Hasil Uji BNT Pengaruh Faktor Tekanan Terhadap Massa Jenis	30
9.	Grafik Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Massa Jenis	31
10.	Hasil Uji BNT Faktor Bahan Terhadap <i>Bulk Density Biopellet</i>	32
11.	Hasil Uji BNT Faktor Tekanan Terhadap <i>Bulk Density Biopellet</i>	33
12.	Hasil Uji BNT Interaksi Perlakuan Terhadap <i>Bulk Density Biopellet</i>	33
13.	Grafik Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap <i>Bulk Density</i>	34
14.	Hasil Uji BNT Faktor Bahan Terhadap Kadar Abu <i>Biopellet</i>	36
15.	Grafik Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Kadar Abu.....	36

16. Hasil Uji BNT Faktor Tekanan Terhadap Kekuatan <i>Biopellet</i>	38
17. Grafik Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Kekuatan <i>Biopellet</i>	39
18. Grafik Daya Serap Air M1	41
19. Grafik Daya Serap Air M2.....	41
20. Grafik Pengaruh Bahan dan Tekanan Terhadap Perubahan Warna Keseluruhan	43

LAMPIRAN

21. Pencetakan <i>Biopellet</i> Menggunakan Alat <i>Press</i> Hidrolik.....	68
22. Pengukuran Panjang <i>Biopellet</i>	68
23. Pengovenan Uji Kadar Air <i>Biopellet</i>	69
24. Proses Uji Kadar Abu <i>Biopellet</i>	69
25. Proses Uji <i>Bulk Density</i> <i>Biopellet</i>	70
26. Uji Daya Serap Air.....	70

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat tiap tahunnya. Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut, Indonesia masih banyak bergantung pada bahan bakar yang berasal dari fosil, seperti minyak bumi dan batubara. Bahan bakar yang berasal dari fosil, seperti minyak bumi merupakan bahan bakar yang terbatas dan sukar untuk diperbarui. Kenaikan pemakaian energi dari bahan baku yang berasal dari fosil ini menimbulkan kenaikan emisi gas rumah kaca karena menghasilkan karbondioksida, sehingga perlu penyediaan sumber energi pengganti yang ramah lingkungan dan jumlah yang melimpah dengan harga yang terjangkau, seperti biomassa.

Biomassa ialah bahan bakar yang berasal dari tumbuhan, limbah pertanian, limbah kayu, limbah hewan, limbah industri dan limbah pemukiman, serta energinya dihasilkan dari senyawa karbon yang berasal dari proses fotosintesis secara panas ataupun kimia (Bridgwater, 2012). Biomassa yang umum digunakan sebagai bahan bakar adalah yang memiliki nilai ekonomis rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*). Contoh sumber energi biomassa itu sendiri antara lain limbah pertanian, biogas, tanaman energi dan kayu. Beberapa kayu yang banyak digunakan dalam industri perkayuan antara lain kayu jati, kayu surian, kayu cempaka, dan kayu akasia daun lebar.

Tanaman cempaka merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang sangat banyak dijumpai di Indonesia dan banyak dimanfaatkan oleh industri kayu, tetapi hasil dari proses industri penggergajian kayu ini banyak menyisakan limbah padat berupa serbuk gergaji yang dapat mengganggu kondisi lingkungan sekitar sehingga diperlukan penanganan terhadap limbah padat hasil penggergajian kayu tersebut. Kayu cempaka memiliki kandungan serat alam yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Van Vlack, 1991).

Selain kayu cempaka, kayu akasia daun lebar juga banyak digunakan dalam industri perkayuan Indonesia. Tanaman akasia daun lebar merupakan tumbuhan *fast growing* (cepat tumbuh), yang artinya dapat menghasilkan jumlah kayu yang banyak dalam waktu relatif cepat. Masyarakat banyak memanfaatkan tanaman ini sebagai sumber bahan baku kayu perkakas serta *pulp*. Banyak limbah seperti serbuk kayu yang dihasilkan pada industri pengolahan kayu akasia daun lebar ini. Limbah ini tidak dimanfaatkan dan ditumpuk begitu saja sehingga menimbulkan masalah pada lingkungan sekitar, sehingga perlu penanganan dan pemanfaatan lebih lanjut agar memiliki nilai guna dan ekonomis yang lebih tinggi. Limbah serbuk gergaji kayu ini dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif atau biomassa.

Penggunaan biomassa sebagai bahan bakar secara langsung memiliki beberapa kelemahan pada sifat fisiknya seperti rendahnya kerapatan energi yang dimiliki dan permasalahan pada saat penanganan, penyimpanan maupun transportasi. Untuk mengatasi kelemahan dari biomassa tersebut, maka biomassa dapat dibuat dalam bentuk *biopellet*.

Menurut Rusdianto et al. (2014), *biopellet* adalah bahan bakar padat hasil pengempaan biomassa yang berbentuk silinder dan memiliki panjang 6–25 mm dengan diameter 12 mm dan dapat digunakan sebagai energi alternatif. Tingkat densitas *biopellet* dipengaruhi oleh besar tekanan saat pencetakan. Tekanan saat

pencetakan juga memberikan pengaruh terhadap kerapatan. Kerapatan *biopellet* yang semakin tinggi dapat mempermudah dalam penanganan, penyimpanan dan transportasi.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu diadakannya penelitian mengenai pengaruh tekanan terhadap karakteristik *biopellet* dari limbah serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar guna mengetahui besar tekanan yang terbaik dalam pembuatan serta karakteristik *biopellet* dari kedua bahan tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. Bagaimanakah pengaruh tekanan terhadap karakteristik *biopellet* berbahan serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar.
2. Berapa besar tekanan yang terbaik dalam pembuatan *biopellet* dari serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan informasi mengenai karakteristik *biopellet* dari serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar.
2. Mengetahui tekanan yang terbaik dalam pembuatan *biopellet* dari serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar.
3. Menganalisis perbandingan dua jenis bahan dalam pembuatan *biopellet* dari serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai karakteristik *biopellet* dari serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar, serta memberikan informasi jenis bahan, variasi tekanan yang tepat dalam pembuatan *biopellet*.

1.5. Hipotesis Penelitian

Variasi tekanan saat pencetakan *biopellet* memberikan pengaruh pada karakteristik *biopellet* dari serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar.

1.6. Batasan Masalah Penelitian

Batasan-batasan masalah yang diberikan oleh penulis pada penelitian ini diantaranya sebagai berikut

1. *Biopellet* dicetak menggunakan alat pencetak *pellet press hidrolis*.
2. Menggunakan bahan baku yang didapat dari tempat pemotongan kayu mebel.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Permasalahan Energi Nasional

Indonesia merupakan salah satu negara yang banyak menggunakan energi yang berasal dari fosil sebagai sumber bahan bakar diberbagai sektor industri. Bahan bakar yang berasal dari fosil merupakan bahan bakar yang sukar diperbaharui dan menimbulkan berbagai masalah pencemaran lingkungan. Menurut Departemen ESDM (2005), terdapat beberapa permasalahan energi yang dihadapi Indonesia, seperti:

- 1) Konsumsi dan ketergantungan pada BBM sangat tinggi sehingga memaksa Indonesia menjadi importir BBM;
- 2) Perilaku boros masyarakat menggunakan BBM;
- 3) Rendahnya akses masyarakat (daya beli) untuk memperoleh energi;
- 4) Industri energi belum optimal dan produksi cenderung menurun;
- 5) Maraknya penyeludupan BBM bersubsidi dan pengoplosan BBM;
- 6) Pasokan dan distribusi BBM sering tidak lancar dan tidak merata;
- 7) Konversi dan diversifikasi energi berjalan lambat;
- 8) Penggunaan bahan bakar nabati (BBN, *biofuel*) dan energi biomassa masih rendah.

Pemerintah telah mengeluarkan berbagai perangkat kebijakan dan peraturan untuk menata penyediaan energi nasional. Beberapa kebijakan dan peraturan yang penting dan terkait dengan energi biomassa serta sektor kehutanan, adalah sebagai berikut :

- 1) Peraturan Presiden RI No.5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN), menekankan keseimbangan *supply side management* (produksi) dan *demand side management* (konservasi, diversifikasi dan efisiensi penggunaan energi);
- 2) Instruksi Presiden RI No.1/2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan BBN (*biofuel*) sebagai bahan bakar lain, di mana Departemen Kehutanan bertugas menyediakan lahan untuk tanaman penghasil BBN;
- 3) *Blueprint* Pengelolaan Energi Nasional 2005 – 2025, sebagai dasar penyusunan pola pengembangan dan pemanfaatan masing-masing energi nasional.

Pada tahun 2012 pasokan energi primer di Indonesia masih didominasi oleh sumber energi fosil seperti minyak, batubara, dan gas (20,6%), sedangkan pasokan dari Energi Baru Terbarukan (EBT) seperti tenaga air, panas bumi dan bahan bakar nabati masih dibawah 5%. Mengingat cadangan energi fosil Indonesia terbatas yang bila dibandingkan dengan cadangan dunia minyak hanya 0,20%, gas 1,60% dan batubara 1,10%, maka perlu segera mengoptimalkan pemanfaatan sumber EBT. Indonesia memiliki berbagai jenis energi terbarukan seperti hidro, panas bumi, angin, surya, kelautan dan biomasa yang belum dimanfaatkan secara optimal (Sugiyono, 2015).

2.2. Biomassa

Biomassa merupakan bahan-bahan organik berumur relatif muda dan berasal dari tumbuhan, hewan, produk dan limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, perikanan). Unsur utama dari biomassa adalah bermacam-macam zat kimia (molekul) yang sebagian besar mengandung atom karbon (C). Biomassa secara garis besar tersusun dari selulosa dan lignin (sering disebut lignin selulosa) (Supriyanto & Merry, 2010).

Biomassa merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan semua jenis material organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Biomassa dapat dikategorikan sebagai biomassa kayu dan biomassa non kayu. Biomassa kayu dapat dibagi lagi menjadi kayu keras dan kayu lunak. Biomassa non kayu yang dapat digunakan sebagai bahan bakar meliputi limbah hasil pertanian. Bahan bakar kayu meliputi gelondongan kayu (*cord wood*), ranting pohon, tatal kayu, gergajian kayu, sisa hasil hutan, arang kayu, dan lain-lain (Vanaparti, 2004).

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang paling serbaguna. Biomassa memiliki sifat fisik yang rendah seperti kerapatan energi yang kecil dan permasalahan penanganan, penyimpanan, dan transportasi sehingga perlu dilakukan diversifikasi diantaranya dengan dibuat produk pelet (Siemers, 2006). Densifikasi biomassa menjadi briket atau pelet merupakan suatu metode untuk mengembangkan fungsi suatu sumber daya yaitu meningkatkan kandungan energi tiap satuan volume, mengurangi jumlah abu pada sisa pembakaran dan meningkatkan kapasitas panas (Saptoadi, 2008).

Industri penggergajian kayu menghasilkan limbah yang berupa serbuk gergaji 10,6%, sebetan 25,9% dan potongan 14,3% dengan total limbah sebesar 50,8% dari jumlah bahan baku yang digunakan. Produksi total kayu gergajian Indonesia mencapai 2,6 juta m³ pertahun. Dengan asumsi bahwa jumlah limbah yang terbentuk 54,24% dari produksi total, maka dihasilkan limbah penggergajian kayu sebanyak 1,4 juta m³ per tahun. Angka tersebut cukup besar karena mencapai sekitar separuh dari produksi kayu gergajian (Pari et al., 2006).

Biomassa bersumber energi yang bersih dan dapat diperbaharui, namun biomassa mempunyai kekurangan yaitu tidak dapat langsung dibakar, karena sifat fisiknya yang buruk, seperti kerapatan energi yang rendah dan permasalahan penanganan, penyimpanan dan transportasi (Saptoadi, 2008). Menurut Yamada et al., (2005), penggunaan biomassa secara langsung dan tanpa pengolahan akan menyebabkan

timbulnya penyakit pernafasan yang disebabkan oleh karbon monoksida, sulfur oksida (SO₂) dan bahan partikulat. Untuk memperbaiki karakteristik biomassa dilakukan cara densifikasi dalam bentuk briket atau *biopellet*.

Menurut Saptoadi (2008), proses pemampatan biomassa menjadi briket atau pelet dilakukan untuk :

- a. Meningkatkan kerapatan energi bahan.
- b. Meningkatkan kapasitas panas (kemampuan untuk menghasilkan panas dalam waktu lebih lama dan mencapai suhu yang lebih tinggi).
- c. Mengurangi jumlah abu pada bahan bakar.

2.3. Cempaka

Menurut Backer & Bakhuizen van den Brink Jr. (1968), tanaman cempaka dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Magnoliales

Famili : Magnoliaceae

Genus : *Michelia*

Spesies : *Michelia champaca* L.

Tanaman cempaka merupakan jenis tanaman tropis yang sangat banyak dijumpai di Indonesia tetapi hasil dari proses industri penggergajian kayu kebanyakan menyisakan limbah padat berupa serbuk gergaji yang dapat mengganggu kondisi lingkungan sekitar sehingga diperlukan penanganan terhadap limbah padat hasil penggergajian kayu tersebut (Simbar et al., 2014). Kayu cempaka memiliki kandungan serat alam yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin (Van Vlack, 1991).

Kayu cempaka di Indonesia diperdagangkan dalam kategori *Michelia* spp., dan *Magnolia* spp. Cempaka termasuk dalam kelompok kayu indah berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan No.707/Kpts- V/1997 tentang Penyempurnaan Lampiran Keputusan Menteri Kehutanan Nomor : 574/KPTS-IV/1997, tentang Pengelompokan Jenis Kayu sebagai Dasar Pengenaan Iuran Kehutanan (Langi, 2007).

Menurut Langi (2007), bagian batang pohon merupakan komponen terbesar penyusun biomassa pohon, untuk jenis cempaka, bagian batang (54,8%), cabang (14,0%), akar (11,9%), kulit (6,4%), ranting (7,7%), daun (4,6%), dan buah (0,6%). Beberapa penelitian yang telah dilakukan terhadap beberapa jenis pohon, secara konsisten menunjukkan bahwa lebih dari 75% biomassa pohon bagian atas berasal dari bagian batang, sedangkan yang terendah adalah pada bunga dan buah. Berat jenis batang cempaka terbesar, yaitu (0,432), berat jenis daun (0,381) sedangkan kadar air terbesar pada daun (68,4%) dan paling rendah adalah bagian batang (58,5%).

2.4. Akasia Daun Lebar

Akasia daun lebar merupakan salah satu spesies pohon yang cepat tumbuh dan paling banyak digunakan dalam program ilmu kehutanan dan perkebunan di seluruh Asia dan Pasifik. Pertumbuhan pohon ini cepat, kualitas kayunya baik dan kemampuan toleransinya terhadap berbagai jenis tanah dan lingkungan (National Research Council, 1983). Klasifikasi dari akasia daun lebar menurut Hadiyanto (2001), adalah sebagai berikut:

Kingdom = *Plantae*
Divisi = *Spermatophyta*
Subdivisi = *Angiospermae*
Kelas = *Dikotil*
Ordo = *Rosales*

Famili = *Fabaceae*
Genus = *Acacia*
Spesies = *Acacia mangium* Wild

Pohon akasia daun lebar pada umumnya besar dan bisa mencapai ketinggian 30 m, dengan batang bebas cabang lurus yang bisa dicapai lebih dari setengah total tinggi pohon. Pohon akasia mencapai diameter setinggi dada lebih dari 60 cm, akan tetapi di hutan alam, pernah dijumpai pohon dengan diameter hingga 90 cm (Marsoem, 2014).

Kayu akasia dapat digunakan untuk *pulp*, kertas, papan partikel, krat dan kepingan-kepingan kayu. Selain itu juga berpotensi untuk kayu gergajian, moding, mebel dan vinir. Karena memiliki nilai kalori sebesar 4800-4900 kkal/kg, kayunya dapat digunakan untuk kayu bakar dan arang. Daunnya dapat digunakan sebagai pakan ternak. Cabang dan daun-daun kering yang berjatuhan dapat digunakan untuk bahan bakar. Penggunaan non kayu meliputi bahan perekat dan produksi madu. Serbuk gergajinya dapat digunakan sebagai substrat berkualitas bagus untuk produksi jamur yang dapat dimakan (Lemmens, 1995).

Organ batang memiliki kandungan biomassa terbesar dengan persentase 69,20%, kemudian akar 13,49%, cabang 10,96%, daun 6,25% dan buah 0,1% merupakan organ pohon yang memiliki kandungan biomassa terkecil (Hardjana, 2010).

2.5. Biopellet

Pelet diproduksi oleh suatu alat dengan mekanisme pemasukan bahan secara terus-menerus, serta mendorong bahan yang telah dikeringkan dan termampatkan melewati lingkaran baja dengan beberapa lubang yang memiliki ukuran tertentu. Proses pemampatan ini menghasilkan bahan yang dapat dan akan patah ketika

mencapai panjang yang diinginkan (Ramsay, 1982). Lebih lanjut dikatakan bahwa proses pembuatan pelet menghasilkan panas akibat alat yang memudahkan proses pengikatan bahan dan penurunan kadar air bahan hingga mencapai 5-10%. Panas juga menyebabkan suhu pelet ketika keluar mencapai 60-65°C sehingga dibutuhkan pendinginan.

Pellet kayu / pellet energi adalah bahan bakar nabati yang terbuat dari bahan organik atau biomassa yang terkompresi (Amirta, 2018). *Biopellet* memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung pada bahan pembuatannya, kebanyakan *biopellet* untuk bahan bakar menggunakan zat organik atau biomassa seperti bungkil jarak, sekam, dan serbuk kayu. Keunggulan utama pemakaian bahan bakar pelet biomassa adalah penggunaan kembali bahan limbah seperti serbuk kayu yang biasanya dibuang begitu saja. Serbuk kayu yang terbuang begitu saja dapat teroksidasi dibawah kondisi yang tak terkendali akan membentuk gas metana atau gas rumah kaca (Cook, 2007).

Pelet merupakan bahan bakar padat berbasis limbah dengan ukuran lebih kecil dari ukuran briket kayu. Bahan baku pelet dapat berupa kayu atau bahan lain yang merupakan bahan berlignin dan berselulosa (Alpian et al., 2019). Pelet memiliki ukuran partikel yang besar atau kasar, sehingga lebih mudah untuk menanganinya dan pada umumnya termasuk dalam salah satu tipe, yaitu pelet kasar atau pelet halus. Tipe pelet kasar adalah diproduksi dengan mengkombinasikan *roller* dan *die* dalam proses pencetakannya, sedangkan tipe pelet halus adalah mengandung molasses lebih dari 30% dan diproduksi dengan menggunakan auger dan die dalam proses pencetakannya. Proses pembuatan pelet memiliki pilihan spesifikasi berdasarkan jenis komponennya yakni *supply bin, pellet mill, cooler, elevating system, sifting device, crumbler, dan steam system*.

Biopellet adalah bahan bakar padat hasil pengempaan biomassa yang berbentuk silinder dan memiliki panjang 6–25 mm dengan diameter 12 mm dan dapat digunakan sebagai energi alternatif (Rusdianto et al., 2014). Penentuan karakterisasi dapat dinilai dengan perlakuan terhadap benda seperti kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, karbon terikat, kerapatan, kuat tekan, dan nilai kalor (Wibowo et al., 2016). Mutu *biopellet* biomassa dapat dilihat pada

Tabel 1. Mutu *biopellet* Standar Nasional Indonesia (SNI) 8675:2018

Parameter Uji	Satuan, Min/Maks	Rumah Tangga	Industri
Kadar air	(%) Maks	10	12
Kadar zat terbang	(%) Maks	75	80
Kadar abu	(%) Maks	5	5
Kadar karbon terikat	(%) Min	14	14
Kerapatan	(g/cm ³) Min	0,6	0,8
Nilai kalor	(MJ/kg) Min	16,5	16,5

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (BSN), (2018).

2.6. Faktor-faktor Densifikasi

2.6.1. Ukuran partikel

Ukuran dan bentuk partikel bahan baku biomassa sangat berpengaruh pada proses densifikasi. Telah disepakati bahwa material biomassa dengan ukuran 6-8 mm memberikan hasil yang paling baik. Meskipun teknologi *screw press* yang menggunakan tekanan tinggi (1000-1500 bar) dapat diaplikasikan pada material biomassa berukuran besar, proses pembuat pelet tidak akan berjalan lancar dan penyumbatan dapat terjadi dibagian awal proses. Partikel biomassa yang lebih besar tidak akan hancur dengan baik dan akan terakumulasi dibagian masuk sehingga menyebabkan terjadinya penyumbatan (Fisafarani, 2010).

2.6.2. Kadar air

Persentase kadar air pada bahan baku biomassa yang masuk ke mesin pengepres merupakan faktor yang sangat penting. Secara umum disimpulkan bahwa saat kadar air biomassa 8-10%, pelet akan mempunyai kadar air 6-8%. Pada kadar air demikian, pelet bersifat kuat dan bebas pecah atau retak, serta proses pembuatan pelet akan berjalan lancar, akan tetapi bila kadar air kurang dan 10%, pelet akan bersifat lemah dan rapuh. Pada proses pembuatan pellet, air juga berfungsi sebagai perekat dengan menguatkan ikatan pada pellet. Jumlah kadar air yang tepat mengakibatkan terjadinya ikatan alami dari komponen *lignocelulosic* (Fisafarani, 2010).

2.6.3. Temperatur biomassa

Di alat pencacah biomassa, temperatur tidak tetap, melainkan bertambah. Friksi internal dan eksternal mengakibatkan pemanasan lokal dan material akan mengalami perekatan alami. Juga dapat diasumsikan bahwa kadar air yang terkandung pada material membentuk steam pada tekanan tinggi yang kemudian dapat menghidrolisis hemiselulosa dan lignin dalam biomassa menjadi karbohidrat dengan molekula rendah, produk lignin polimer gula dan turunan lainnya. Produk-produk ini bila dikaitkan dengan panas dan tekanan pada alat pencetak, bertindak, sebagai perekat *adhesive*. Temperatur tidak boleh lebih tinggi daripada temperatur dekomposisi biomas yaitu sekitar 30°C (Fisafarani, 2010).

2.6.4. Temperatur alat pencetak

Adanya baling-baling penghancur pada teknologi *screw press* mengakibatkan terjadi panas pada alat pencetak. Hal ini memberikan dua keuntungan mesin

dapat beroperasi dengan konsumsi daya yang lebih rendah dan umur manfaat dari alat pencetak akan lebih panjang. Temperatur alat pencetak harus dijaga pada rentang 28-29 °C. Jika temperatur alat pencetak lebih tinggi, friksi antara bahan baku dengan dinding alat pencetak akan menurun menyerupai pengompakkan yang terjadi pada tekanan yang lebih rendah yang menghasilkan hasil densifikasi yang lemah. Sebaliknya, temperatur rendah akan membutuhkan tekanan dan daya yang lebih tinggi sedangkan laju produksi menurun (Fisafarani, 2010).

2.6.5. Tekanan

Kenaikan tekanan pengepresan memberikan kenaikan densitas pelet. Tekanan juga memberikan pengaruh terhadap kerapatan pada saat proses densifikasi kerapatan *biopellet* yang semakin tinggi dapat mempermudah dalam penanganan, penyimpanan dan transportasi (Nurwigha, 2012). Pelet yang memiliki tingkat daya serap air yang rendah membuat pellet tidak cepat berjamur, tekanan yang terlalu rendah menyebabkan hasil pelet yang kurang maksimal, namun jika tekanannya terlalu tinggi justru akan membuat pelet patah dan retak di bagian tengah.

2.6.6. Lama penekanan

Lama penekanan berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan, hal ini dikarenakan menurut teori bahwa meningkatnya kandungan kadar air suatu bahan seiring berbanding terbalik dengan meningkatnya nilai kalor seberapa besar kandungan kadar air, kadar karbon terikat, zat yang teruapkan dan kadar abu. Jadi dengan pengaruh adanya penambahan tekanan pengepresan yang semakin besar menyebabkan kadar air suatu bahan berkurang dan jika kadar air suatu bahan semakin kecil maka nilai kalor yang dihasilkan semakin besar (Saputro et al., 2012).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2021 sampai dengan Mei 2021 di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian, dan Laboratorium Rekayasa Sumberdaya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini, sebagai berikut :

- a. Ayakan, sebagai alat untuk mengayak bahan pembuatan *biopellet*.
- b. Timbangan, sebagai alat untuk mengukur berat bahan dan *biopellet*.
- c. Plastik, sebagai alat untuk menyimpan bahan pembuatan *biopellet*.
- d. *Press* hidrolik, sebagai alat pencetak *biopellet*.
- e. Oven, sebagai alat untuk mengeringkan *biopellet*.
- f. Cawan, sebagai wadah untuk *biopellet* saat dilakukan pengovenan.
- g. *Colormeter*, sebagai alat untuk mengukur warna *biopellet*.
- h. Jangka sorong, sebagai alat untuk mengukur ukuran *biopellet*.
- i. Tanur, sebagai alat untuk pengabuan *biopellet*.
- j. Alat tulis, sebagai alat untuk menulis dan mencatat seluruh kebutuhan dan data pada saat penelitian.

- k. Kamera digital, sebagai alat untuk mendokumentasikan penelitian.

3.2.2. Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar yang didapatkan dari Sutrisno Mebel Metro Kibang.

3.3. Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap. Penelitian ini menggunakan dua faktor, yaitu faktor jenis bahan yang berupa serbuk gergaji akasia daun lebar dan kayu cempaka, dan faktor yang kedua adalah tekanan. Masing-masing kombinasi perlakuan dilakukan 3 kali ulangan. Tata letak percobaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Faktor jenis bahan terdiri dari 2 bahan, yaitu :

1. Serbuk gergaji kayu akasia daun lebar (M1)
2. Serbuk gergaji kayu cempaka (M2)

Faktor tekanan terdiri dari 6 taraf, yaitu :

1. Tekanan 0,5 Ton (43 Mpa) (P1)
2. Tekanan 1 Ton (86 Mpa) (P2)
3. Tekanan 1,5 Ton (129 Mpa) (P3)
4. Tekanan 2 Ton (172 Mpa) (P4)
5. Tekanan 2,5 Ton (215 Mpa) (P5)
6. Tekanan 3 Ton (258 Mpa) (P6)

Tabel 2. Tata Letak Percobaan

M2P6U3	M2P4U2	M2P6U2
M1P3U1	M2P1U3	M1P3U2
M2P5U1	M1P4U3	M1P3U3
M1P2U1	M1P5U1	M1P6U3
M1P1U3	M2P5U3	M2P6U1
M1P5U3	M2P6U1	M2P3U2
M1P6U1	M1P4U1	M1P5U2
M1P4U2	M1P2U3	M1P2U2
M2P1U2	M1P1U2	M2P3U3
M2P2U3	M2P5U2	M2P1U1
M2P4U1	M2P2U2	M1P1U1
M2P4U3	M1P6U2	M2P2U1

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan bahan baku

Persiapan bahan baku dimulai dari pengambilan serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar yang didapatkan dari hasil pemotongan kayu di toko panglong kayu, kemudian dipisahkan dari kotoran yang tercampur, lalu dimasukkan ke dalam wadah karung atau plastik.

3.4.2. Penjemuran

Penjemuran dilakukan untuk mengeringkan bahan yang berupa serbuk gergaji kayu cempaka dan akasia daun lebar. Proses pengeringan dilakukan dengan cara menjemur serbuk gergaji kayu menggunakan sinar matahari selama 3-4 hari hingga kering.

3.4.3. Pengayakan

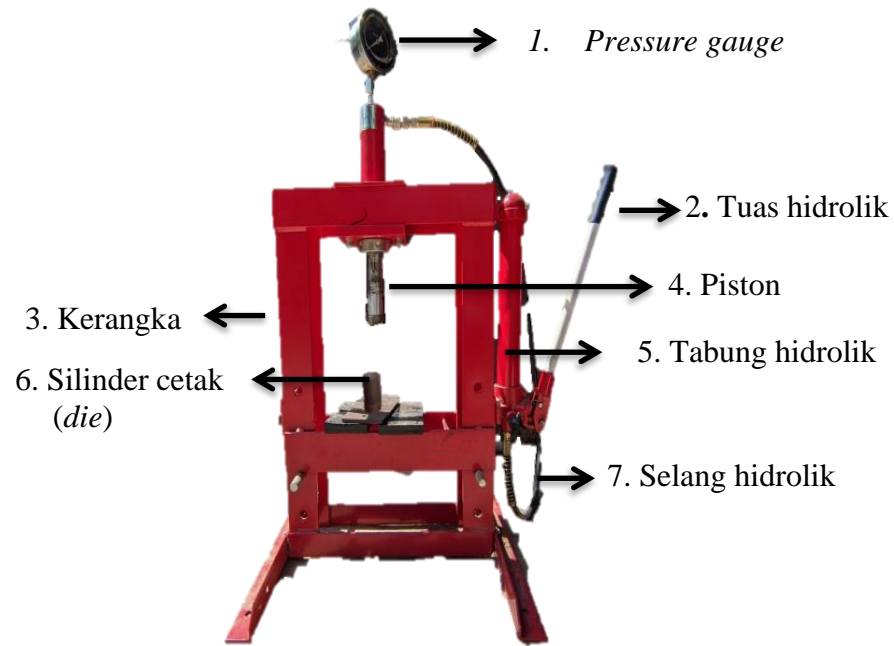
Pengayakan dilakukan menggunakan ayakan lolos 3 mm, dan membutuhkan bahan sebanyak 2,160 gram serbuk gergaji kayu.

3.4.4. Penimbangan

Bahan ditimbang seberat 2 gram dan dimasukkan ke dalam wadah plastik, agar lebih memudahkan dalam proses pencetakan.

3.4.5. Pencetakan *biopellet*

Bahan baku yang sudah ditimbang kemudian di cetak menggunakan alat *press* hidrolik (Gambar 1) yang memiliki silinder cetak berdiameter 1,2 cm dan panjang 10 cm. Dilakukan variasi tekanan pada saat pencetakan yaitu 0,5 ton yang dikonversi menjadi 43 Mpa, 1 ton yang di konversi menjadi 86 Mpa, 1,5 ton yang di konversi menjadi 129 Mpa, 2 ton yang di konversi menjadi 172 Mpa, 2,5 ton yang di konversi menjadi 215 Mpa, dan 3 ton yang di konversi menjadi 258 Mpa.



Gambar 1. Pencetak Pelet (*Press Hidrolik*).

Cara kerja alat *press* hidrolik menggunakan sistem pompa hidrolik yang mengandalkan kinerja pompa hidrolik untuk melakukan penekanan pada bidang press dan benda yang akan di kecilkan volumenya. Bahan dimasukkan ke silinder cetak, lalu saat hidrolik dipompa menggunakan tuas hidrolik, piston akan menekan bahan dalam silinder cetak, dan peletpun terbentuk.

3.4.6. Pengujian *biopellet*

Setelah pencetakan selesai kemudian dilakukan pengujian pada *biopellet* yang dihasilkan, pengujian tersebut berupa uji kadar air, massa jenis dan *bulk density*, kadar abu, kekuatan *biopellet*, daya serap air, dan warna *biopellet*. Pengujian ini dilakukan pada dua jenis bahan yang akan dibandingkan di akhir penelitian untuk mencari bahan yang lebih baik.

3.4.7. Analisis data

Data diperoleh menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), untuk selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan signifikan, akan dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan menggunakan aplikasi Statistical Analysis System (SAS).

3.5. Parameter Pengamatan

3.5.1. Kadar air

Kadar air merupakan perbandingan antara berat kering udara pada *biopellet* dengan berat kering oven pada *biopellet*. Penetapan nilai kadar air dilakukan dengan 2 gram sampel diletakkan pada cawan porselen yang bobotnya sudah diketahui, kemudian dimasukkan ke dalam oven Memmert DIN 40050 – IP 20. pada suhu 105°C selama 24 jam sampai kadar air konstan. *Biopellet* kemudian didinginkan dalam desikator sampai kondisi stabil dan seimbang. Perhitungan kadar air dapat dilakukan dengan Persamaan 1 : (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2014)

$$\text{Kadar air (100\%)} = \frac{\text{BB}-\text{BKT}}{\text{BB}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

BB = Berat sebelum dikeringkan dengan oven (g)

BKT = Berat setelah dikeringkan dengan oven (g)

3.5.2. Massa jenis (*mass density* dan *bulk density*)

Massa jenis suatu zat merupakan perbandingan massa zat tersebut terhadap volumenya. Penetapan massa jenis dilakukan dengan pengukuran volume sampel *biopellet*, kemudian ditimbang untuk mengetahui massa dari sampel tersebut. Penetapan *bulk density* dilakukan dengan mengukur volume dari beberapa sampel *biopellet* yang diletakkan secara tidak teratur dalam suatu wadah, kemudian ditimbang untuk mengetahui massanya. Satuan sistem internasional untuk massa jenis adalah Kg/m^3 . Perhitungan massa jenis dan *bulk density* dapat dilakukan dengan Persamaan 2:

$$S = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}} \dots\dots\dots(2)$$

3.5.3. Kadar abu

Penetapan kadar abu dilakukan dengan 2 gram sampel yang telah dioven dan diletakkan pada cawan porselin yang bobotnya sudah diketahui, kemudian dimasukan ke dalam tanur Stuart SF7/D Seri R000100019 dengan suhu maksimal 550°C selama 2 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator sampai kondisi stabil dan ditimbang. Kadar abu dapat dihitung menggunakan Persamaan 3: (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2014).

$$\text{Kadar Abu \%} = \frac{\text{Bobot abu (g)}}{\text{Bobot sampel kering oven (g)}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

3.5.4. Kekuatan *biopellet*

Kekuatan *biopellet* diukur menggunakan uji jatuh dari ketinggian 1,5 meter, hal ini dilakukan untuk mengetahui ketahan dan kekuatan *biopellet* ketika disimpan atau pada saat dipindahkan. Sebelum dijatuhkan, *biopellet* ditimbang untuk

mengetahui berat awal *biopellet*. Setelah dijatuhkan *biopellet* diamati dan ditimbang kembali. Untuk mengetahui nilai kekuatan *biopellet*, dapat dilihat dari perubahan fisik pada *biopellet* dan dapat dihitung dengan Persamaan 4:

$$\text{Kekuatan } biopellet = 1 - \left[\frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \right] \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

W1 = Berat *biopellet* sebelum dijatuhkan (g)

W2 = Berat *biopellet* sesudah dijatuhkan (g)

3.5.5. Daya serap air

Pengujian daya serap air pada *biopellet* dilakukan dengan cara meletakkan *biopellet* pada suhu ruangan (tanpa penutup) dalam waktu 30 hari. Setiap hari dihitung kenaikan bobot dari *biopellet* tersebut.

3.5.6. Warna *biopellet*

Pengujian perubahan warna dilakukan dengan menggunakan sistem CIE-Lab dengan mengukur parameter warna kecerahan (L^*), kroma merah/hijau (a^*), dan kroma kuning/biru (b^*). Perubahan warna secara keseluruhan (ΔE^*) dapat dihitung menggunakan Persamaan 5 (Esteves & Pereira, 2009):

$$\Delta E^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana, ΔL^* adalah perubahan kecerahan yang didapat dari L^* *biopellet* dikurangi L^* bahan, Δa^* adalah perubahan kroma merah/hijau yang didapat dari a^* *biopellet* dikurangi a^* bahan, dan Δb^* adalah perubahan kroma kuning/biru yang didapat dari b^* *biopellet* dikurangi b^* bahan. Derajat perubahan warna ditentukan berdasarkan klasifikasi (Valverde dan Moya, 2014) :

$0,0 < \Delta E^* = 0,5$ = perubahan dapat dihiraukan

$0,5 < \Delta E^* = 1,5 =$ perubahan warna sedikit

$1,5 < \Delta E^* = 3 =$ perubahan warna nyata

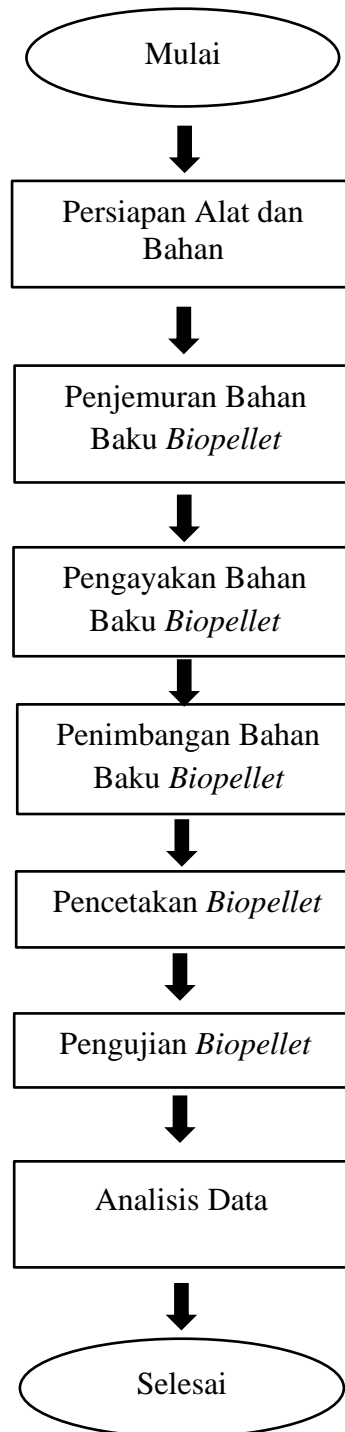
$3 < \Delta E^* = 6 =$ perubahan warna besar

$6 < \Delta E^* = 12 =$ perubahan warna sangat besar

$\Delta E^* > 12 =$ warna berubah total.

3.6. Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Serbuk gergaji kayu akasia daun lebar menghasilkan *biopellet* yang memiliki massa jenis, *bulk density*, dan kadar abu yang lebih tinggi dari *biopellet* berbahan serbuk gergaji kayu cempaka.
2. Tekanan yang terbaik dalam pembuatan *biopellet* dari limbah serbuk gergaji kayu akasia daun lebar dan cempaka adalah 1,5 ton, karena menghasilkan *biopellet* yang memiliki kadar air, massa jenis, dan kadar abu yang telah memenuhi standar SNI 8675:2018, memiliki *bulk density*, dan kekuatan yang besar, serta daya serap air yang rendah.
3. *Biopellet* berbahan serbuk kayu akasia daun lebar yang dihasilkan memiliki karakteristik sebagai berikut; memiliki nilai kadar air berkisar 9% - 9.99%, massa jenis berkisar 0,861 g/cm³ - 1,053 g/cm³, *bulk density* berkisar 0,251 g/ml - 0.35 g/ml, nilai kadar abu berkisar 5,276% - 8,238%, dan kekuatan berkisar 98,99% - 99,76%.
4. *Biopellet* berbahan serbuk kayu cempaka yang dihasilkan memiliki karakteristik sebagai berikut; memiliki nilai kadar air berkisar 8.98% - 9.6%, massa jenis berkisar 0,796 g/cm³ - 0,928 g/cm³, *bulk density* berkisar antara 0,236 g/ml - 0,245 g/ml, nilai kadar abu berkisar 0,824% - 3,679%, dan kekuatan berkisar 98,95% - 99,94%.
5. Rata-rata kenaikan kadar air yang tertinggi adalah sebesar 14.01% yang didapat dari *biopellet* berbahan serbuk gergaji cempaka dengan tekanan 1 ton. Kenaikan dan penurunan kadar air atau air yang diserap oleh *biopellet* pada

pengujian daya serap air cenderung dipengaruhi oleh kelembaban udara pada hari pengukuran. Apabila kelembaban udara tinggi maka kadar air *biopellet* pada hari itu juga meningkat, sebaliknya ketika kelembaban udara rendah maka kadar air *biopellet* akan mengalami penurunan.

5.2 Saran

Saran yang diberikan penulis pada penelitian ini adalah perlunya dilakukan penelitian dengan ukuran partikel bahan baku yang berbeda untuk mendapatkan perbandingan hasil produk *biopellet* yang baik dan sesuai standar yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Alpian, Joni, H. & Santoso, M. 2019. *Penuntun Praktikum Mata Kuliah Pilihan : Kayu Energi. Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya*. Palangka Raya.
- Amirta, R. 2018. *Pellet Kayu Energi Hijau Masa Depan*. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Backer, C.A. & Bakhuizen van den Brink Jr., R.C. 1968. *Flora of Java (Spermatophytes only)*. Wolters-Noordhoff N.V. Groningen.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2018. *Pelet Biomassa Untuk Energi. SNI 8675:2018*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2014. *Pelet Kayu. SNI 8021:2014*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Bantacut, T., Hendra, D. & Nurwigha, R. 2013. The Quality of Biopellet from Combination of Palm Shell Charcoal and Palm Fiber. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 23(1): 1–12.
- Bridgwater, A.V. 2012. Review Of Fast Pyrolysis Of Biomass And Product Upgrading. *Biomass and Bioenergy*, 38: 68–94.
- Cook, A. 2007. *Efficiency and Economic Advantages of Bulk Delivery of Biomass Pellet Fuel for Space Heating. Pellet Fuels*. Institute Arlington. Virginia.
- Departemen ESDM. 2005. *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2005 - 2025*. Jakarta.
- Esteves, B. & Pereira, H. 2009. Wood Modification by Heat Treatment. *BioResources*, 4(1): 370–404.
- Esteves, B.M. & Pereira, H.M. 2008. Wood modification by heat treatment: A review. *BioResources*, 4(1): 370–404.

- Fisafarani, H. 2010. *Identifikasi Karakteristik Sumber Daya Biomassa dan Potensi Bio-Pelet Di Indonesia*. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.
- Gilang, R., Affandi, D.R. & Ishartani, D. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) dengan Variasi Perlakuan Pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(3): 34–42.
- Hadiyanto, C. 2001. *Pengaruh Perbedaan Kekerabatan terhadap Produksi Benih dan Viabilitas Benih dari Kebun Benih Klonal Acacia mangium Willd. Di Parungpanjang*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Handayani. 2010. Kualitas Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji. *Jurnal Teknik dan Perencanaan*, 1(12): 41–50.
- Hardjana, A.K. 2010. Potensi Biomassa dan Karbon Pada Hutan Tanaman Acacia mangium Di HTI PT. Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. *JURNAL Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 7(4): 237–249.
- Kalayan, N. & Morey, R.V. 2009. Factors Affecting Strength and Durability of Densified Biomass Products. *Biomass and Bioenergy*, 33(3): 337–359.
- Langi, Yohanes A.R. 2007. *Model Penduga Biomassa dan Karbon pada Tegakan Hutan Rakyat Cempaka (Elmerrillia ovalis) dan Wasian (Elmerrillia celebica) di Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara*. Thesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lehman, 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: 150–159.
- Lemmens, R.H.M.J. 1995. *Plant Resources Of South East Asia 5: (2) Timber Trees: Minor Commercial Timbers*. Prosea Foundation. Bogor.
- Marsoem, S.N. 2014. *Pemanfaatan Hasil Hutan Tanaman Acacia mangium*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- National Research Council. 1983. *Mangium and Other Fast-Growing Acacias for the Humid Tropics*. The National Academies Press. Washington DC.
- Nugrahaeni, J.I. 2008. *Pemanfaatan Limbah Tembakau (Nicotiana Tabacum L.) Untuk Bahan Pembuatan Briket sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurwigha, R. 2012. *Pembuatan Biopellet Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Penambahan Arang Cangkang Sawit Dan Serabut Sawit Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Pari, G., Tohir, D., Mahpudin & Ferry, J. 2006. Arang Aktif Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Bahan Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas. *JURNAL Penelitian Hasil Hutan*, 24(4): 309–322.
- Rahman. 2011. *Uji Keragaan Biopellet Dari Biomassa Limbah Sekam Padi (Oryza sativa Sp.) Sebagai Bahan Bakar Alternatife Terbarukan*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ramsay, W.S. 1982. *Energy from forest biomass (Ed)*. Academic Press, Inc. New York.
- Rusdianto, A.S., Choiron, M. & Novijanto, N. 2014. Karakterisasi Limbah Industri Tape Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biopellet. *Jurnal Industria*, 3(1): 27–32.
- Sa'dah, W.A. 2014. *Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) dan Serbuk Kayu Mahoni sebagai Bahan Baku Biopellet*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Saptoadi, H. 2008. The Best Biobriquette Dimension and its Particle Size. *Asian J. Energy Environ*, 9(3): 161–175.
- Saputro, D.D., Widayat, W., Rusiyanto, Saptoadi, H. & Fauzun. 2012. Karakterisasi Briket dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*: 394–400.
- Siemers, W. 2006. Prospects for Biomass and Biofuels in Asia. In 031. International Conference on “Sustainable Energy and Environment (SEE2006). Bangkok: 21–23.
- Simbar, M., Katiandagho, T.M., Lolowang, T.F. & Baroleh, J. 2014. Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kayu Cempaka Pada Industri Mebel Dengan Menggunakan Metode EOQ (Studi Kasus Pada Ud. Batu Zaman). *Jurnal Ilmiah*, 5(3).
- Sugiyono, A. 2015. Permasalahan dan Kebijakan Energi Saat Ini. In *Peluncuran Buku Outlook Energi Indonesia 2014*. Peluncuran Buku Outlook Energi Indonesia 2014 & Seminar Bersama BPPT dan BKK-PII. Jakarta: 9–16.
- Supriyanto & Merry, C.B. 2010. Studi Kasus Energi Alternatif Briket Sampah Lingkungan Kampus POLBAN Bandung. In *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. Yogyakarta: 1–9.
- Van Vlack, L.H. 1991. *Ilmu dan teknologi bahan : ilmu logam dan bukan logam*. Ed.5, Cet.2. Erlangga. Jakarta.

- Vanaparti, A. 2004. *Alternatives in Power Generation: Biomass the New Source of Energy*.
- Wibowo, T., Setyawati, D., Nurhaida & Diba, F. 2016. Kualitas Biopellet Dari Limbah Batang Kelapa Sawit Dan Limbah Kayu Penggergajian. *JURNAL HUTAN LESTARI*, 4(4): 409–417.
- Yamada, K., Wang, Q., Sakamoto, K., Kanada, M., Uchiyama, I., Mizoguchi, T. & Zhou, Y. 2005. Utility of Coal-Biomass Briquette for Remediation of Indoor Air Pollution Caused by Coal Burning in Rural Area, in China. In *INDOOR AIR QUALITY AND CLIMATE*.