PENGARUH TEKANAN DAN JENIS KAYU BAHAN BAKU TERHADAP KARAKTERISTIK *BIOPELLET*

(Skripsi)

Oleh

WILLY ANDREAS SINAGA
1714071040

JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022

ABSTRAK

PENGARUH TEKANAN DAN JENIS KAYU BAHAN BAKU TERHADAP KARAKTERISTIK *BIOPELLET*

OLEH

WILLY ANDREAS SINAGA

Kayu akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*) dan mahoni (*Swietenia macrophylla*) kini banyak digunakan sebagai bahan meubel dan perkakas rumah tangga dan menghasilkan limbah serbuk gergaji yang memiliki potensi yang tinggi untuk dijadikan sebagai sumber energi atau bahan bakar. Namun, apabila serbuk kayu akasia daun kecil dan mahoni dijadikan sebagai bahan bakar secara langsung mempunyai sifat yang kurang menguntungkan, di antaranya kadar air yang tinggi, mengeluarkan banyak asap dan abu sehingga perlu dilakukan densifikasi menjadi pellet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pellet dari serbuk gergaji kayu akasia daun kecil dan mahoni sebagai bahan bakar. Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap dengan dua faktor, yaitu variasi tekanan 0,5 ton (43 Mpa), 1 ton (86 MPa), dan 1,5 ton (129 Mpa), 2 ton (172 Mpa), 2,5 ton (215 Mpa), 3 ton (258 Mpa), dan jenis bahan serbuk gergaji kayu akasia daun kecil dan mahoni. Bahan baku serbuk gergaji, yaitu kayu akasia daun kecil dan mahoni diperoleh dari hasil pemotongan kayu di toko panglong kayu sutrisno meubel Metro Kibang kemudian dipisahkan dari kotoran yang tercampur dan dimasukkan ke dalam wadah plastik. Serbuk gergaji kayu dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering lalu diayak menggunakan ayakan ukuran 3 mm. Kemudian bahan ditimbang seberat 2 gram lalu dicetak di dalam cetakan (die) dari besi pejal dengan diameter

lubang 12 mm dan panjang lubang 7 cm. Serbuk kayu dimasukkan kedalam cetakan dan ditetal, lalu ditekan menggunakan dongkrak hidrolik dengan variasi tekanan. Analisis proksimat dilakukan untuk mendapatkan data massa jenis (*bulk density* dan *Mass density*), warna pellet, kekuatan pellet, kadar air, daya serap air, kadar abu, dan nilai kalor. Setiap percobaan dilakukan dengan tiga ulangan. Pelet yang dihasilkan diuji kekuatan dengan uji banting dari ketinggian 1,5 m untuk mendapatkan indeks kekuatan pellet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekanan dan jenis bahan mempengaruhi karakteristik. Pellet biomasa dari serbuk gergaji kayu akasia daun kecil memiliki nilai *bulk density* 0,240-0,366 g/cm^3, *mass density* 0,802-0,959 g/cm^3, total perubahan warna 7,286-8,241 berubah total, kekuatan pellet 97,512%-99,804%, kadar air 9,658%-10,388%, kadar abu 0,931%-1,041%, dan nilai kalor sebesar 18,92 Mj/Kg. Sedangkan pellet biomasa dari serbuk gergaji kayu mahoni memiliki nilai *bulk density* 0,255-0,375 g/cm^3, *mass density* 0,786-0,975 g/cm^3, total perubahan warna 6,250-6,928, kekuatan pellet 98,449%-99,808%, kadar air 10,424%-11,567%, kadar abu 1,918%-2,278%, dan nilai kalor sebesar 18,37 Mj/Kg.

Kata Kunci : Serbuk gergaji kayu, Akasia daun kecil, Mahoni, Pellet, Biomassa.

ABSTRACK

THE EFFECT OF PRESSURE AND TYPE OF WOOD RAW MATERIALS ON BIOMASS PELLET CHARACTERISTICS

BY

WILLY ANDREAS SINAGA

Small leaf acacia (*Acacia auriculiformis*) and mahogany (*Swietenia macrophylla*) are currently widely used as furniture and household appliances and produce sawdust waste which has high potential to be used as a source of energy or fuel. However, if this sawdus is used as direct fuel has unfavorable properties, including water content high, emit a lot of smoke and ash so that it needs to be densified into pellets. This study aims to obtain the pellet characteristics of sawdust small leaf acacia wood and mahogany as fuel. The research was arranged in completely randomized with two factors, namely pressure variations of 0.5 tons (43 Mpa), 1 ton (86 MPa), and 1.5 tons (129 Mpa), 2 tons (172 Mpa), 2.5 tons (215 Mpa), 3 tons (258 Mpa) and types of small leaf acacia wood sawdust and mahogany. The raw materials for sawdust from small leaf acacia wood and mahogany are obtained from the wood cutting at the panglong wood shop, sutrisno furniture, metro kibang, then separated from the mixed dirt and put in a plastic container. Dried wood sawdust in the sun to dry and then sieved using a 3 mm sieve. Then The material is weighed 2 grams and then printed in a mold (die) of solid iron with a diameter of 12 mm hole and 7 cm long hole. The sawdust is put into the mold and thickened, then pressed using a hydraulic jack with a pressure variation. Proximate analysis carried out to obtain density data (bulk density and *Mass*

density), pellet color, pellet strength, moisture content, water absorption, ash content, and calorific value. Every experiment is done with three replicates. The resulting pellets were tested for strength with a drop test from a height of 1.5 m to get the pellet strength index. The results showed that pressure and the type of material affected the characteristics. Biomasa pellets from small leaf acacia wood sawdust have a bulk density value of 0.240-0.366 g/cm3, mass density 0.802-0.959 g/cm3, total discoloration 7,286-8,241, pellet strength 97,512%-99.804%, water content 9.658%-10.388%, ash content 0.931%-1.041%, and heating value of 18.92 Mj/Kg. While biomasa pellets from mahogany sawdust have a bulk density value of 0.255-0.375 g / cm3, mass density 0.786-0.975 g/cm3, total discoloration 6,250-6,928, pellet strength 98,449%-99.808%, water content 10,424%-11,567%, ash content 1,918%-2.278%, and heating value of 18.37 Mj/Kg.

Keywords : Sawdust, Small leaf Acacia, Mahogany, Pellet, Biomassa

PENGARUH TEKANAN DAN JENIS KAYU BAHAN BAKU TERHADAP KARAKTERISTIK *BIOPELLET*

Oleh

WILLY ANDREAS SINAGA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022

Judul	:	**PENGARUH TEKANAN DAN JENIS KAYU BAHAN BAKU TERHADAP KARAKTERISTIK *BIOPELLET***
Nama Mahasiswa	:	Willy Andreas Sinaga
No. Pokok Mahasiswa	:	**1714071040**
Jurusan	:	**Teknik Pertanian**
Fakultas	:	**Pertanian**

Menyetujui,

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.	**Dr. Ir. Ridwan, M.S.**
NIP. 196505271993031002	NIP. 196511141995031001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

   Sekretaris : **Dr. Ir. Ridwan, M.S.**

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

2. Dekan Fakultas Pertanian

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **20 Januari 2022**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Willy Andreas Sinaga** NPM **1714071040**

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) Dr. Ir. Ridwan, M.S** 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, 20 Januari 2022
Yang membuat pernyataan

Willy Andreas Sinaga
NPM.1714071040

RIYAWAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sukabumi, Jawa Barat, pada hari Sabtu, 27 Maret 1999, sebagai anak ketdua dari tiga bersaudara keluarga Bapak Wilson Sinaga dan Ibu Hilaria Isumiyati. Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak di TK IKI PTPN 7, Tulung Buyut sejak tahun 2004 sampai 2005, lalu penulis melanjutkan pendidikan ke sekolah dasar di SD Negeri 2 Rajabasa sejak 2005 sampai dengan tahun 2011. Penulis selanjutnya melanjutkan pendidikan di SMP Fransiskus Tanjungkarang pada tahun 2011 sampai 2014, dan melanjutkan sekolah menengah atas di SMA Fransiskus Bandar Lampung pada tahun 2014 sampai dengan tahun 2017.

Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) atau tes tertulis. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Fisika Dasar Pertanian pada tahun ajaran 2018/2019 dan 2019/2020. Penulis juga aktif dalam kegiatan kerohanian yaitu Keluarga Mahasiswa Katolik (KMK Unila) Universitas Lampung. Penulis pernah menjabat sebagai koordinator fakultas pertanian periode 2018/2019, sebagai Bidang Internal periode 2019/2020. Penulis juga aktif

dalam kegiatan kemahasiswaan yaitu Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai anggota bidang pengabdian masyarakat.

Pada bulan Januari – Februari tahun 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Batangharjo, Kecamatan Batanghari, Kabupaten Lampung Timur. Pada bulan Juni – Agustus 2020 penulis melaksanakan Praktik Umum di Sanggar Daya Kreatif Gading Rejo, Kabupaten Pringsewu dengan judul "Mempelajari Teknik Budidaya Tanaman Pisang Di Sanggar Daya Kreatif Gadingrejo, Pringsewu". Penulis berhasil mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP.) S1 Teknik Pertanianpada tahun 2021 dengan menghasilkan skripsi yang berjudul "Pengaruh Tekanan Dan Jenis Kayu Bahan Baku Terhadap Karakteristik *Biopellet*".

Persembahan

Segala Puji dan Syukur Kepada Tuhan Yesus Kristus atas kesehatan, kemudahan serta penyertaan-Nya dalam setiap langkah dan perjuangan

Kupersembahkan karya kecilku ini kepada :

Kedua Orangtuaku

Bapak Wilson Sinaga dan Ibuku tercinta Hilaria Isumyati yang selalu memberiku doa, semangat, nasihat, dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan.

Kedua Saudaraku

Shintia Maria Williyani Sinaga dan Theresia Oktaviani Sinaga yang telah menjadi inspirasi bagiku, yang telah memberikan doa, dukungan dan nasihat kepadaku.

Seluruh kelurga besar Mbh. Saiman D.S dan Mbh. Mujiono yang telah memberikan doa dan dukungan terbaiknya untukku

Serta

Almamater Tercinta Universitas Lampung
Fakulas Pertanian
Jurusan Teknik Pertanian
Teknik Pertanian Angkatan 2017

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya yang senantiasa selalu tercurah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul **"Pengaruh Tekanan dan Jenis Kayu Bahan Baku Terhadap Karakteristik *Biopellet*"**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis menyadari dan memahami dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, dan arahan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih 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 Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M. P., selaku Ketua Komisi Pembimbing (Pembimbing Utama) atas ketersediaannya telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Dr. Ir. Ridwan, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan sekaligus Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu, untuk membimbing, memotivasi dan memberikan saran selama menempuh perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi ini;

5. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam perkuliahan dan yang lainnya, dukungan, serta bantuan kepada penulis selama ini;
7. Bapak Wilson Sinaga dan Ibu Hilaria Isumiyati, selaku orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moral maupun finansial. Terima kasih atas doa dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis;
8. Tim Penelitian Pellet (Wahyu, Sugi, Agung, Agustin, dan Angga) selaku teman seperjuangan penelitian yang telah memberiakan semangat dan berbagi ilmu;
9. Kepada Pengurus PERMATEP periode 2018-2019 yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan bantuan kepada penulis sejak awal perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini;
10. Kepada pengurus UKM Katolik Unila periode 2018/2019, 2019/2020 dan 2020/2021 yang selalu memberikan doa, motivasi, dan semangat hingga penulis menyelesaikan skripsi ini;
11. Kepada Keluarga Teknik Pertanian 2017 selaku keluarga pejuang sarjana teknik. Terima kasih atas kebersamaan selama ini, doa, dukungan, bantuan dan saran kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 20 Januari 2022
Penulis

Willy Andreas Sinaga

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL v

DAFTAR GAMBAR..... viii

I. PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Tujuan Penelitian 4
1.4. Manfaat Penelitian 4
1.5. Hipotesis Penelitian 4
1.6. Batasan Masalah 4

II. TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Krisis Energi dan Biomassa Sebagai Solusinya 5
2.2. Problem Biomassa 8
2.3. *Biopellet* 11
2.4. Faktor-Faktor Densifikasi 13
2.4.1. Pengaruh Temperatur Biomasa 13
2.4.2. Pengaruh Temperatur Alat Pencetak 13
2.4.3. Pengaruh Tekanan 14
2.4.4. Pengaruh Kadar Air 14
2.4.5. Lama Penekanan 15
2.4.6. Pengaruh Ukuran Partikel 15
2.5. SNI Karakteristik Bahan Bakar *Biopellet* 16

III. METODOLOGI PENELITIAN 17
3.1. Waktu dan Tempat 17
3.2. Alat dan Bahan Penelitian 17
3.3. Rancangan Percobaan 20
3.4. Pelaksanaan Penelitian 21
3.4.1. Persiapan bahan baku 21
3.4.2. Penjemuran 21
3.4.3. Pengayakan 21
3.4.4. Penimbangan 21
3.4.5. Pencetakan Pellet 22
3.4.6. Pengujian Pellet 22

3.5. Parameter Pengamatan 24
3.5.1. Kadar air 24
3.5.2. Massa Jenis (*Mass density* dan Bulk Density) 24
3.5.3. Nilai Kalori 25
3.5.4. Kadar Abu 25
3.5.5. Kekuatan Pellet 26
3.5.6. Daya Serap Air 26
3.5.7. Warna Pellet 26

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... 28
4.1. Karakteristik Bahan..... 28
4.2. Karakteristik *Biopellet*..... 28
4.2.1. *Bulk Density*..... 28
4.2.2. *Mass density*..... 32
4.2.3. Warna Pellet..... 35
4.2.4. Kekuatan *Biopellet*..... 38
4.2.5. Kadar Air..... 41
4.2.6. Kadar Abu..... 45
4.2.7. Daya Serap Air..... 48
4.2.8. Nilai Kalor .....

V. KESIMPULAN DAN SARAN..... 57
5.1. Kesimpulan..... 57
5.2. Saran 59

DAFTAR PUSTAKA..... 60

LAMPIRAN..... 63

DAFTAR TABEL

Tabel Teks Halaman

1. Standar Nasional Indonesia Karakteristik Bahan Bakar Biopellet 16

2. Anova *Bulk Density* 30

3. Pengaruh Jenis Bahan dan Tekanan Terhadap *Bulk Density Biopellet*..... 31

4. Anova *Mass Density* 34

5. Pengaruh Jenis Bahan dan Tekanan Terhadap *Mass Densiy Biopellet*..... 34

6. Anova Warna *Biopellet* 37

7. Pengaruh Jenis Bahan dan Tekanan Terhadap Warna *Biopellet* 37

8. Anova Kekuatan *Biopellet*..... 40

9. Pengaruh Jenis Bahan dan Tekanan Terhadap Kekuatan *Biopellet*..... 40

10. Anova Kadar Air..... 43

11. Pengaruh Jenis Bahan dan Tekanan Terhadap Kadar Air *Biopellet* 44

12. Anova Kadar Abu 47

13. Pengaruh Jenis Bahan dan Tekanan Terhadap Kadar Abu *Biopellet*..... 47

14. Anova Daya Serap Air 52

15. Pengaruh Jenis Bahan dan Tekanan Terhadap Daya Serap Air *Biopellet*..... 53

Lampiran

16. *Bulk Density Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 64

17. *Bulk Density Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 65

18. *Mass density Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 66

19. *Mass density Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 66

20. Warna *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 67

21. Warna *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 68

22. Kadar Air *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 71

23. Kadar Air *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 72

24. Kekuatan *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 73

25. Kekuatan *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 74

26. Kadar Abu *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 75

27. Kadar Abu *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 76

28. Daya Serap Air *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 77

29. Daya Serap Air *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 78

30. Uji Anova Pengaruh *Bulk density* terhadap *Biopellet* Serbuk Gergaji Kayu 81

31. Uji Anova Pengaruh *Mass density* terhadap *Biopellet* Serbuk Gergaji Kayu 81

32. Uji Anova Pengaruh Warna terhadap *Biopellet* Serbuk Gergaji Kayu 81

33. Uji Anova Pengaruh Kekuatan terhadap *Biopellet* Serbuk Gergaji Kayu 81

34. Uji Anova Pengaruh Kadar Air terhadap *Biopellet* Serbuk Gergaji Kayu 81

35. Uji Anova Pengaruh Kadar Abu terhadap *Biopellet* Serbuk Gergaji Kayu 82

36. Uji Anova Pengaruh Daya Serap Air terhadap *Biopellet* Serbuk Gergaji Kayu 82

DAFTAR GAMBAR

Gambar Teks Halaman

1. Krisbow Alat Press Hidrolik Bench Type 10 T 18
2. Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 19
3. Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 20
4. Diagram Alir Penelitian 23
5. *Bulk Density Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 29
6. *Bulk Density Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 29
7. Grafik *Mass density Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 32
8. Grafik *Mass density Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 33
9. Perubahan Warna *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 35
10. Perubahan Warna *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 36
11. Uji Banting *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 39
12. Uji banting *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 39
12. Grafik Kadar Air *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 42
13. Grafik kadar air *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu mahoni 42

14. Grafik Kadar Abu *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil 45

15. Grafik Kadar Abu *Biopellet* Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Mahoni 46

16. Grafik Daya Serap *Biopellet* Akasia Daun Kecil dan Mahoni Tekanan 0,5 Ton 48

17. Grafik Daya Serap *Biopellet* Akasia Daun Kecil dan Mahoni Tekanan 1 Ton 49

18. Grafik Daya Serap *Biopellet* Akasia Daun Kecil dan Mahoni Tekanan 1,5 Ton 49

19. Grafik Daya Serap *Biopellet* Akasia Daun Kecil dan Mahoni Tekanan 2 Ton 50

20. Grafik Daya Serap *Biopellet* Akasia Daun Kecil dan Mahoni Tekanan 2,5 Ton 50

21. Grafik Daya Serap *Biopellet* Akasia Daun Kecil dan Mahoni Tekanan 3 Ton 51

22. *Biopellet* yang dihasilkan dari serbuk gergaji kayu akasia daun kecil dan mahoni 56

Lampiran

24. Alat Press Hidrolik Bench Type 10 T 83

25. Silinder Pencetak *Biopellet* 83

26. Pengambilan Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu di Toko Panglong Kayu Sutrisno Meubel Metro Kibang 84

27. Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu 84

28. Penimbangan Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu 85

29. Proses Pencetakan *Biopellet* 85

30. Uji *Bulk Density Biopellet* 86

31. Uji *Bulk Density Biopellet* 86

32. Pengukuran Panjang dan Diameter *Biopellet* Pada Uji *Mass Density* Menggunakan Jangka Sorong 87

33. Uji Warna *Biopellet* Menggunakan Alat Colormeter AMT507 87

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar bagi kehidupan manusia di muka bumi. Tanpa adanya energi, tidak akan ada kerja yang dihasilkan sehingga ketersediaannya sangat diperlukan. Energi selalu dibutuhkan, hampir segala faktor memerlukan energi, mulai dari kebutuhan rumah sehari-hari, pertanian, transportasi, pertambangan hingga proses produksi di suatu perusahaan. Energi yang paling praktis digunakan adalah bahan bakar fosil yang didapat dari hasil penyulingan minyak dan gas bumi. Bahan bakar fosil yang digunakan manusia sebagai sumber energi tak terbarukan memiliki jumlah yang terbatas. Semakin hari penggunaan energi bahan bakar semakin meningkat sedangkan ketersediaanya semakin menurun. Oleh karena itu, perlu adanya sumber energi alternatif yang bisa menutupi dan menggantikan sumber energi utama tersebut salah satunya limbah serbuk kayu.

Kayu merupakan salah satu sumber energi yang diharapkan dapat menggantikan sumber bahan bakar minyak, namun apabila kayu dijadikan sebagai bahan bakar secara langsung mempunyai sifat-sifat yang kurang menguntungkan, antara lain kadar air yang tinggi, mengeluarkan banyak asap dan abu. Bahan bakar dari kayu yang umum digunakan secara langsung adalah serbuk gergaji/penyomilan. Serbuk kayu dihasilkan dari aktivitas industri penggergajian kayu yang dibiarkan membusuk, ditumpuk atau dibakar yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Kekurangan dari serbuk kayu sebagai bahan bakar adalah memiliki nilai kalori yang rendah, *densitas* (massa jenis) energi yang rendah. Sedangkan kelebihan dari serbuk kayu sebagai bahan bakar adalah dapat menghasilkan panas

pembakaran yang tinggi, lebih murah bila dibandingkan dengan minyak tanah atau arang kayu dan massa bakar jauh lebih lama dari pada arang biasa. Serbuk kayu melalui proses lanjutan berupa pencacahan, pengeringan, dan pengepresan yang dapat dijadikan bahan bakar dinamakan pelet kayu. Terobosan mengenai bahan energi yang dapat diperbaharui menjadi pellet kayu salah satunya kayu akasia daun kecil dan kayu mahoni.

Tanaman akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*) memiliki potensi kalor dari kayu dan arang yang sangat menjanjikan. Kayu akasia daun kecil termasuk dalam kelas keawetan III (lama) dan kelas kekuatan di antara II dan III (jati kelas kekuatan II). Berat jenisnya yang tinggi (kisaran 0,6-0,75) membuat kayu akasia daun kecil cocok dijadikan kayu bakar atau arang yang bermutu tinggi (Sastroamidjojo, 1976). Analisis kimia kayu akasia daun kecil yang pernah dilakukan menunjukkan kandungan α-selulosa : hemiselulosa : dan ekstraktif sebesar 44,1% : 33,2 % : 4,5 % (Jahan et al., 2006). Sementara pengujian lignin umur 3,5 tahun menunjukkan hasil 32,6% untuk kayu gubal dan 41,4% untuk kayu teras. Tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla*) memiliki kualitas kayu yang keras dan memiliki warna kemerahan, sangat baik digunakan untuk *meubel, furniture*, barang-barang ukiran, kerajinan tangan dan sumber bahan baku industri yang lainnya. Kayu mahoni terdiri atas senyawa kompleks dengan komposisi selulosa 35-50%, hemiselulosa 20-30%, dan lignin 25- 30%. Kayu mahoni sendiri termasuk hardword, yaitu jenis kayu yang keras yang memerlukan temperatur tinggi untuk mendekomposisi senyawa-senyawanya. Dalam proses pirolisis, *outcome* yang diperlukan adalah komposisi produk dari hasil proses (terutama hasil yang *flammable*) yang dipengaruhi oleh beberapa parameter, salah satunya temperatur. Kayu akasia daun kecil dan kayu mahoni merupakan bahan baku biomassa yang pemanfaatannya belum optimal dan banyak menjadi limbah yang menumpuk seiring dengan pesatnya industri mebel atau furnitur. Oleh karena itu, limbah ini perlu dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk memenuhi kebutuhan energi salah satunya *biopellet.*

Biopellet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pelet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembapan, dan kandungan energi. *Biopellet* berpotensi untuk dikembangkan menjadi sumber energi alternatif karena mempunyai sifat yang dapat diperbaharui, efisien dan ramah lingkungan. Biopelet dapat berfungsi sebagai bahan bakar kompor pengganti minyak tanah atau gas. Keunggulan *biopellet* yaitu dapat meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran. Dalam upaya menggali potensi biomasa limbah pertanian sebagai bahan bakar alternatif ramah lingkungan, perlu ditingkatkan kualitas produksi *biopelet* agar dihasilkan bahan bakar biomasa dengan performa pembakaran yang optimal. Dengan banyaknya limbah serbuk gergaji kayu dari produksi kayu yaitu kayu akasia daun kecil dan mahoni, maka pengoptimalan *biopelet* dapat dengan mudah dilakukan.

Selama ini telah banyak pembuatan *biopellet* dengan menggunakan variasi tekanan, namun masih banyak yang belum mengetahui variasi tekanan yang tepat untuk membuat *biopellet* yang baik dan efisien terutama pembuatan *biopellet* dari serbuk gergaji kayu akasia daun kecil dan kayu mahoni. Tingkat densitas *biopellet* dipengarahui 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. Oleh sebab itu penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas *biopellet* dengan melihat karakteristik massa jenis, warna pellet, kekuatan pellet, kadar air, daya serap air, kadar abu, dan kalor terhadap dua jenis bahan dan enam jenis tekanan, dengan ukuran partikel lolos 3 mm.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah kayu akasia daun kecil dan kayu mahoni dapat dijadikan sebagai bahan baku *biopellet.*
2. Berapa tekanan optimal yang dibutuhkan dalam proses pembuatan *biopellet* dari serbuk kayu akasia daun kecil dan mahoni.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahaui pengaruh jenis bahan terhadap karakteristik *biopellet*.
2. Mengetahui pengaruh tekanan terhadap karakteristik *biopellet.*
3. Mengetahui karakteristik *biopellet* dari serbuk gergaji kayu mahoni dan kayu akasia daun kecil.

1.4. Manfaat Penelitian

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

1.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah tekanan dan jenis bahan berpengaruh terhadap karakteristik *biopellet* yang dihasilkan.

1.6. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Menggunakan bahan serbuk gergaji kayu akasia daun kecil dan kayu mahoni dari hasil pemotongan kayu di toko panglong kayu
2. Menggunakan ukuran partikel bahan yang lolos ayakan 3 mm.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Krisis Energi dan Biomassa Sebagai Solusinya

Krisis energi telah melanda dunia, pada tahun 2012 ini mencapai 105 $/barrel. Hal ini berdampak pada berbagai sektor, khususnya perekonomian tidak terkecuali Indonesia. Krisis ini terjadi akibat semakin langkanya bahan bakar minyak (BBM) yang berasal dari bahan-bahan yang bersifat non renewable atau tidak dapat diperbarui. Hal ini tidak dapat dibiarkan begitu saja, karena semakin lama cadangan minyak dunia khususnya Indonesia, akan semakin menipis. Hal tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan bahan bakar minyak yang berasal dari bahan yang dapat diperbarui (renewable) yaitu dengan memanfaatkan tanaman penghasil biodiesel. Beberapa tanaman yang berpotensi untuk menghasilkan biodiesel antara lain kelapa sawit, kelapa, ketela, kedelai, dan jarak pagar. Dari contoh tersebut, jarak pagar merupakan tanaman yang mempunyai potensi tertinggi karena jarak pagar tidak termasuk minyak makan (edible oil) seperti bahan yang lain, sehingga pemanfaatan jarak pagar tidak akan mengganggu pemenuhan kebutuhan minyak makan di Indonesia. Selain itu, kadar biodiesel buah jarak bisa mencapai 80% (B-80), lebih tinggi dari kelapa sawit yang hanya 40% (Saptoadi, 2006).

Djamaludin (2011) menyebutkan bahwa cadangan minyak bumi Indonesia hanya cukup untuk 23 tahun ke depan, sementara cadangan gas bumi masih mencukupi untuk 62 tahun ke depan, sedangkan cadangan batubara habis dalam jangka waktu 146 tahun lagi sehingga dapat diketahui bahwa cadangan energi pada tahun 2013 yaitu 21 tahun lagi untuk minyak bumi, 60 tahun lagi untuk gas alam, dan 144 tahun lagi untuk batubara. Hal ini dapat dipastikan bahwa Indonesia akan

mengalami krisis energi apabila tidak ditemukan sumber energi alternatif karena kebutuhan BBM dari tahun ke tahun semakin meningkat, sementara cadangan minyak semakin menipis.

Penggunaan energi bahan bakar yang semakin hari semakin meningkat sedangkan ketersediaanya semakin menurun dan menyebabkan kelangkaan bahan bakar sehingga harga minyak bumi semakin tinggi harganya. Oleh karena itu, perlu adanya sumber energi alternatif atau biomassa yang bisa menutupi dan menggantikan sumber energi utama tersebut. Biomassa merupakan bahan-bahan organik berumur relatif muda dan berasal dari tumbuhan, hewan, produk dan limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, dan perikanan). Selain digunakan untuk bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Pada umumnya yang digunakan sebagai bahan bakar adalah biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya. Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu, dapat dimanfaatkan secara lestari dan dapat diperbaharui (*renewable resources*), relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan danpertanian (Widarto et all.,1995). Potensi biomassa di Indonesia yang bisa digunakan sebagai sumber energi jumlahnya sangat melimpah. Limbah yang berasal dari hewan maupun tumbuhan semuanya berpotensi untuk dikembangkan.

Keunggulan lain dari biomassa adalah harganya yang lebih murah dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Kondisi ini dapat terjadi karena jumlahnya yang sangat melimpah dan umumnya merupakan limbah dari suati aktivitas masyarakat. Namun demikian, dengan range nilai kalor antara 3.000-4.500 cal/gr, energi yang dikandungnya masih sangat potensial untuk dimanfaatkan terutama

dalam rangka membangkitkan energi panas. Biomassa juga dikategorikan sebagai bahan bakar karbon netral (Supriyanto dan Merry, 2010).

Tanaman pangan dan perkebunan menghasilkan limbah yang cukup besar, yang dapat dipergunakan untuk keperluan lain seperti bahan bakar nabati. Pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar nabati memberi tiga keuntungan langsung. Pertama, peningkatan efisiensi energi secara keseluruhan karena kandungan energi yang terdapat pada limbah cukup besar dan akan terbuang percuma jika tidak dimanfaatkan. Kedua, penghematan biaya karena seringkali membuang limbah bisa lebih mahal daripada memanfaatkannya. Ketiga, mengurangi keperluan akan tempat penimbunansampah karena penyediaan tempat penimbunan akan menjadi lebih sulit dan mahal khususnya di daerah perkotaan (Ita Gustria, 2013).

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). Komposisi elementer biomassa bebas abu dan bebas air kira-kira 53% massa karbon, 6% hidrogen dan 42% oksigen, serta sedikit nitrogen, fosfor dan belerang (biasanya masing-masing kurang dari 1%). Kadar abu kayu biasanya kurang dari 1% (Supriyanto dan Merry, 2010).

Kayu merupakan salah satu sumber energi atau biomassa yang diharapkan dapat menggantikan sumber bahan bakar minyak, namun apabila kayu langsung dijadikan sebagai bahan bakar mempunyai sifat-sifat yang kurang menguntungkan, antara lain kadar air yang tinggi, bulki, mengeluarkan asap, banyak abu, dan nilai kalornya rendah (Zam, 2011). Sebagai bahan bakar yang terbarukan pelet kayu sudah saatnya diperkenalkan sebagai bahan bakar substitusi terutama untuk industri-industri kecil menengah yang saat ini menggunakan bahan bakar limbah kayu.

2.2. Problem Biomassa

Biomassa merupakan sumber energi yang bersih dan dapat diperbaharui namun biomassa mempunyai kekurangan yaitu tidak dapat langsung dibakar, karena sifat fisikanya yang buruk, seperti kerapatan energi yang rendah dan permasalahan penanganan, penyimpanan dan transportasi (Saptoadi, 2006). Biomassa bersumber energi yang bersih dan dapat diperbaharui namun biomassa mempunyai kekurangan yaitu tidak dapat langsung dibakar, karena sifat fisikanya yang buruk, seperti kerapatan energy yang rendah dan permasalahan penanganan, penyimpanan dan transportasi (Saptoadi, 2006). Menurut (Yamada et al., 2005), penggunaan biomassa secara langsung dan tanpa pengolahan akan menyebabkan timbulnya penyakit pernafasan yang disebabkan oleh karbon 6 monoksida, sulfur oksida (SO2) dan bahan partikulat. Untuk memperbaiki karakteristik biomassa dilakukan cara densifikasi dalam bentuk briket atau *biopellet* Akasia Daun Kecil dan Mahoni Sebagai Sumber Energi Biomassa

Acacia auriculiformis A. Cunn. ex Benth. atau akasia daun kecil merupakan salah satu tanaman berkayu yang telah diintroduksi ke berbagai tempat, termasuk Pulau Jawa. Sebagai tanaman yang tergolong ke dalam jenis cepat tumbuh (*fast growing species*) (Hai, 2009), jenis ini cocok ditanam di hutan yang gundul untuk restorasi hutan atau ditanam di hutan tanaman industri karena dapat menghasilkan biomassa yang besar dalam waktu singkat. Di Indonesia, produksi kayu (*mean annual increment*) akasia dapat mencapai 15-20 m3/Ha/tahun untuk masa rotasi 10-12 tahun (Ashaduzzaman 2011, Islam 2013).

Tanaman akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*) merupakan jenis yang sangat bermanfaat, sehingga sangat sesuai untuk dikembangkan oleh masyarakat miskin ataupun untuk mengatasi berbagai kondisi cekaman lingkungan dan rehabilitasi lahan-lahan marginal yang kurang subur dan kurang menguntungkan, dimana jenis tanaman lain sulit untuk tumbuh.. Kemampuannya untuk mengikat nitrogen mampu menyuburkan tanah (Yantasath, 1987) dan bisa tumbuh pada tanah-tanah marginal tererosi (Zhigang dan Minquan, 1987). Bahkan jenis berakar kuat ini

rekemondesikan untuk reklamasi area keras yang mengandung banyak besi (Evans dan Turnbull, 2004). Pada sebaran alaminya mampu tumbuh didaerah dengan curah hujan yang rendah sampai sedang (760- 1670 mm/tahun) (Booth, 1987). Spesies ini mampu juga tumbuh didaerah sangat asam dengan pH 4 - 6.5 (Zhigang dan Minquan, 1987), tahan terhadap 6 bulan penggenangan dan serangan api yang yang berulang (Yap, 1987). Selain mempunyai toleransi yang lebih baik terhadap penggenangan dibandingkan *acacia* lain (Skelton, 1987), *A. auriculiformis* juga mempunyai toleransi yang tinggi terhadap kondisi bergaram dan mampu tumbuh 2 - 3 kali lipat dibandingkan 36 jenis akasia yang lain pada level kadar garam 1250 mol m-3 (Aswathappa et al., 1987). Oleh karenanya banyak dipilih ditanam nelayan di daerah pantai dengan produksi resah 4800-5700 kg/ha/tahun spesies ini dianggap mempunyai kemampuan untuk memperbaiki tanah (Zhigang dan Minquan, 1987).

Spesies ini terutama banyak diadopsi untuk ditanam di negara dengan curah hujan rendah dan merupakam 1 dari 5 jenis *Acacia* utama yang secara internasional disebarkan untuk tujuan komersial (Turnbull, 1987). Penanaman jenis ini telah mampu meningkatkan keuntungan sosial dan ekonomi masyarakat diberbagai negara (Evans dan Turnbull, 2004). Di Sri Langka, jenis ini mampu menunjukkan ketahanan terhadap kekeringan dengan pertumbuhan cepat pada periode muda (Midgley dan Vivekanandan 1987). Selain umum untuk digunakan sebagai penyangga api, pengontrol erosi dan tanaman campuran pada kegiatan *agroforestry* (bercampur dengan tanaman pertanian dan peternakan), penanaman jenis ini juga dilakukan pada bekas limbah industri di Pillipina dan Malaysia dan di pabrik kapur di India (Evans dan Turnbull, 2004). Di China, pertumbuhan pertahun meunjukkan rata-rata 1 m selama 8 tahun pertama dengan pertambahan volume terbesar pada umur 8-14 tahun (Zhigang dan Minquan, 1987). Kecepatan tumbuh saat awal ini merupakan potensi untuk mampu berkompetesi dengan alang-alang (Pinyopusarerk, 1987) dan di Indonesia sendiri telah banyak dikembangkan terutama sebagai salah satu spesies untuk penanaman daerah alang-alang (Evans dan Turnbull, 2004). Di Indonesia, jenis tanaman tahan dilokasi bergaram ini telah banyak ditanam dipekarangan masyarakat nelayan

(Anonym 2009). Dibandingkan dengan jenis *Casuarina equisetifolia* yang terkenal bisa bertahan di daerah pantai selatan Jawa (Sumardi, 2008), jenis *acacia auriculformis* terbukti mempunyai sifat lebih resistant terhadap serangan rayap seperti di contohkan di daerah kering Zimbabwe (Gwaze, 1987) dan mempunyai kemampuan trubusan lebih tinggi dengan 25% pada pangkasan pertama dan 71% pada pangkasan kedua dibandingkan *C. equisetifolia* yang hanya (2%) (Yantasath, 1987).

Tanaman mahoni adalah tanaman tahunan dengan tinggi yang bisa mecapai 10 – 20 m dan diameter lebih dari 100 cm. Sistem perakaran tanaman mahoni yaitu akar tunggang. Batang berbentuk bulat, berwarna cokelat tua keabu-abuan, dan memiliki banyak cabang sehingga kanopi berbentuk payung dan sangat rimbun (Suhono, 2010). Mahoni merupakan salah satu jenis pohon yang bisa mengurangi polusi udara. Sekitar 47% - 69% dari biomassa tanaman merupakan karbon tersimpan, sehingga Tanaman tersebut bisa sebagai pohon pelindung. Daun-daunnya bertugas menyerap polutan-polutan di sekitarnya. Tanaman ini butuh air yang cukup agar kelem- baban tanah terjaga dan ditanam pada tempat yang cukup matahari (Wijayanto dan Nurunnajah, 2012).

Di samping itu juga pohon mahoni merupakan pohon penghasil kayu keras dan digunakan untuk perabot rumah tangga serta perabot ukiran. Kayu mahoni ini termasuk bahan meubel bernilai tinggi karena dekoratif dan mudah dikerjakan. Pohon mahoni ditanam secara luas di daerah tropis dalam program reboisasi dan penghijauan. Mahoni digunakan sebagai tanaman naungan dan kayu bakar dalam sistem agroforestri (Irwanto, 2007). Manfaat mahoni yakni dijadikan sebagai tanaman pelindung, pohon mahoni memiliki batang yang besar dan cukup tinggi serta memiliki daun yang rimbun. Tanaman mahoni juga mulai dibudidayakan karena kayunya mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi. Kualitas kayunya bertekstur keras dan sangat baik untuk meubel, furnitur, barang-barang ukiran dan berbagai kerajinan tangan. Kayu Mahoni juga sering dibuat untuk penggaris karena sifatnya yang tidak mudah berubah. Pemanfaatan lain dari tanaman

Mahoni adalah kulitnya yang dapat dipergunakan untuk mewarnai pakaian. Kain yang direbus bersama kulit Mahoni akan menjadi kuning dan tidak mudah luntur. Getah mahoni disebut juga blendok dapat dipergunakan sebagai bahan baku lem, dan daunnya dapat digunakan untuk pakan ternak (Ramdan, 2004).

Mahoni juga memiliki fungsi sebagai obat yang terkandung pada biji dan kulit dari buahnya, yang dijadikan serbuk. Biji digunakan sebagai obat untuk tekanan darah tinggi, kencing manis, kurang nafsu makan, rematik, demam, masuk angin, serta ekzema. Biji Mahoni juga dipakai untuk pengobatan malaria (Samsi, 2000). Dalam penelitian ini menggunakan kayu akasia daun kecil dan kayu mahoni sebagai bahan baku karena kayu akasia daun kecil dan kayu mahoni merupakan jenis kayu kuat yang digunakan pengrajin kayu untuk membuat kerjinan kayu seperti meja, kursi, dan lemari. Serbuk kayu dari hasil pemotongan kayu dibiarkan begitu saja sehingga menjadi limbah dan membusuk. Oleh karena itu serbuk kayu hasil dari pemotongan kayu perlu dimanfaatkan sebagai terobosan mengenai bahan energi yang dapat diperbaharui salah satunya menjadi *biopellet*.

2.3. *Biopellet*

Pelet merupakan salah satu bentuk energi biomassa, yang diproduksi pertama kali di Swedia pada tahun 1980-an. Pelet digunakan sebagai pemanas ruang untuk ruang sekala kecil dan menengah. Pelet dibuat dari hasil samping terutama serbuk kayu. Pelet kayu digunakan sebagai penghasil panas bagi pemukiman atau industri skala kecil. Di swedia, pelet memiliki ukuran diameter 6-12 mm serta panjang 10-20 mm (Zamiraza, 2009). Pelet merupakan hasil dari pengempaan biomassa yang memiliki tekanan yang lebih besar jika dibandingkan dengan briket (60 kg/m^3, kadar abu 1% dan kadar air kurang dari 10%) (El Bassam dan Maegaard, 2004). Pelet memiliki kadar air yang sangat rendah sehingga dapat lebih meningkatkan efektivitas pembakaran (VE,2006).

Pelet biomassa merupakan salah satu produk yang dikembangkan sebagai alternatif sumber energi baru yang digunakan sebagai bahan bakar. Pelet tersebut dapat digunakan sebagai bahan bakar kebutuhan rumah tangga, pertanian, dan industri besar, bahkan juga bisa untuk industri pembangkit tenaga. biomassa yang diproduksi secara langsung dengan proses kempaan serta dengan penambahan perekat dalam proporsi yang tidak melebihi 3% dari beratnya, berbentuk silinder dengan diameter tidak lebih dari 25 mm dan panjang tidak lebih dari 100 mm (FAO, 2016). pelet biomassa dapat menjadi bahan bakar andalan karena mengandung nilai kalor yang tinggi dan dapat menghemat penggunaan bahan bakar fosil yang harganya semakin tinggi serta jumlahnya yang semakin menipis di Indonesia. Pelet di produksi oleh suatu alat dengan mekanisme pemasukan terus menerus serta mendorong bahan yang telah di keringkan dan termampatkan melewati lingkaran baja dengan beberapa lubang yang memilki 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 60-65ºC sehingga dibutuhkan pendinginan.

Metode pembuatan pelet yang dilakukan oleh Livington pada tahun 1997 dan telah dipatenkan di US Patent (Ramsay, 1982). Proses pembuatan pelet dilakukan dari bahan organik dengan kadar air antara 16-28%. Pelet kemudian dikeringkan dengan udara panas dan menghasilkan kadar air 7-8% serta bobot jenis lebih dari 1,0. Biopelet memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung pada bahan pembuatannya, kebanyakan biopelet 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 bakar 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).

Menurut PFI (2007), pelet memiliki konsistensi dan efisiensi bakar yang dapat menghasilkan emisi yang lebih rendah dari kayu. Bahan bakar pelet menghasilkan emisi bahan partikulat yang paling rendah dibandingkan jenis lainya. Arsenik, karbon monoksida, sulfur, dan gas karbondioksida merupakan sedikit polutan air dan udara yang menghasilkan emisi CO2 yang rendah, karena jumlah CO2 yang dikeluarkan selama pembakaran setara dengan CO2 yang diserap tanaman ketika tumbuh, sehingga tidak membahayakan lingkungan. Dengan efisiensi bakar yang tinggi, jenis emisi lain seperti Nox dan bahan organik yang memudahkan menguap juga dapat diturunkan. Masalah yang masih tersisa adalah emisi debu akibat peningkatan penggunaan sistem pemanasan dengan pelet.

2.4. Faktor-Faktor Densifikasi

2.4.1. Pengaruh Temperatur Biomasa

Dengan memvariasikan temperatur biomasa, maka densitas, kekuatan, kadar air pada pelet juga akan bervariasi. di alat penghancur, temperatur tidak tetap konstan tapi 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 biomasa menjadi karbohidrat dengan molekular rendah, produk lignin, polimer gula dan turunan lainnya. Produk-produk ini bila dikaitkan dengan panas dan tekanan pada alat pencetak, bertindak sebagai perekat adhesive (Fisafarani, 2010).

2.4.2. Pengaruh 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 280-290 ^{o}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).

2.4.3. Pengaruh Tekanan

Kenaikan tekanan pengepresan memberikan kenaikan densitas pellet, Kenaikan densitas pellet dipengaruhi juga akibat ukuran vartikel. Vartikel halus tekanan yang diberikan akan mendorong partikel ke daerah yang kosong sehingga jumlah pori berkurang serbuk yang lebih kecil akan mengisi antara serbuk yang lebih besar, akibatnya densitas naik sejalan kenaikan tekanan pengempaan. Tekanan juga memberikan pengaruh terhadap kerapatan pada saat proses densifikasi kerapatan *biopellet* yang semakin tinggi dapat mempermudah dalam penanganan, penyimpanan dan transportasi. Pellet juga memiliki tingkat daya serap air yang rendah membuat pellet tidak cepat berjamur, tekanan yang terlalu rendah menyebabkan pellet hasilnya kurang makasimal namun jika tekanannya terlalu tinggi justru pellet akan patah dan retak di bagian tengah (Fisafarani, 2010).

2.4.4. Pengaruh Kadar Air

Persentase kadar air pada bahan baku biomasa yang masuk ke mesin pengepres merupakan faktor yang sangat penting. Secara umum, disimpulkan bahwa saat kadar air biomasa 8-10%, pelet akan mempunyai kadar air 6-8%. Pada kadar air demikian, pelet bersifat kuat dan bebas pecah/retak serta proses pembuatan pelet akan berjalan lancar. Akan tetapi, bila kadar air kurang dari 8%, pelet akan bersifat lemah dan rapuh. Pada proses pembuatan pelet, air juga bertindak sebagai perekat dengan menguatkan ikatan pada pelet. Pada bahan baku biomasa, air membantu terjadinya ikatan Van der Waals dengan meningkatkan area kontak partikel. Kenyataannya, berhasil tidaknya proses pengompakkan bergantung pada kadar air yang dimiliki oleh bahan baku biomasa. Jumlah kadar air yang tepat mengakibatkan terjadinya ikatan alami dari komponen lignocelulosic. Kadar air

yang terkandung dalam biomasa juga mempengaruhi densitas bulk dari pelet yang dihasilkan. Pelet yang dibuat tanpa pre-treatment awal akan mempunyai densitas bulk lebih besar bila kandungan air didalamnya lebih lebih kecil (Fisafarani, 2010).

2.4.5. 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 pengepressan 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., 2005).

2.4.6 Pengaruh 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 lancer 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. Untuk menghindari hal tersebut, seringakali partikel yang lebih besar dihancurkan terlebih dahulu sehingga didapatkan ukuran partikel yang bervariasi. Adanya variasi pada ukuran partikel meningkatkan dinamik susunan partikel saat pengompakkan dan berkontribusi kepada kekuaran statis yang tinggi (Fisafarani, 2010).

2.5. SNI Karakteristik Bahan Bakar *Biopellet*

Penetapan nilai kadar abu bahan bakar *biopellet* menurut SNI 8021-2014 mensyaratkan nilai kadar abu *biopellet* maksimum 1,5%. Penetapan nilai kadar air bahan bakar bakar *biopellet* menurut SNI 8021-2014 mensyaratkan nilai kadar air *biopellet* maksimum 12%. Penetapan nilai kekuatan bahan bakar bakar *biopellet* menurut ISO 2014 mensyaratkan nilai kekuatan *biopellet* minimum 97,5%. Penetapan nilai kalor bahan bakar *biopellet* menurut SNI 8675-2018 mensyaratkan nilai kalor *biopellet* minimum 16,5 MJ/Kg. Penetapan nilai kerapatan (mass density) bahan bakar *biopellet* menurut SNI 8675-2018 mensyaratkan nilai massa jenis (mass density) minimum 0,8 g/cm^3.

Tabel 1. Standar Nasional Indonesia Karakteristik Bahan Bakar Biopellet

Parameter Uji	Jumlah Min/Maks
Kadar Abu	Maksimum 1,5%
Kadar Air	Maksimum 12%
Kekuatan	Minimum 97,5%
Kerapatan	Minimum 0,8 g/cm^3
Kalor	Minimum 16,5 MJ/Kg

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai dengan Juli 2021 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian (DAMP) dan Laboratorium Rekayasa Sumberdaya Air (RSDAL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

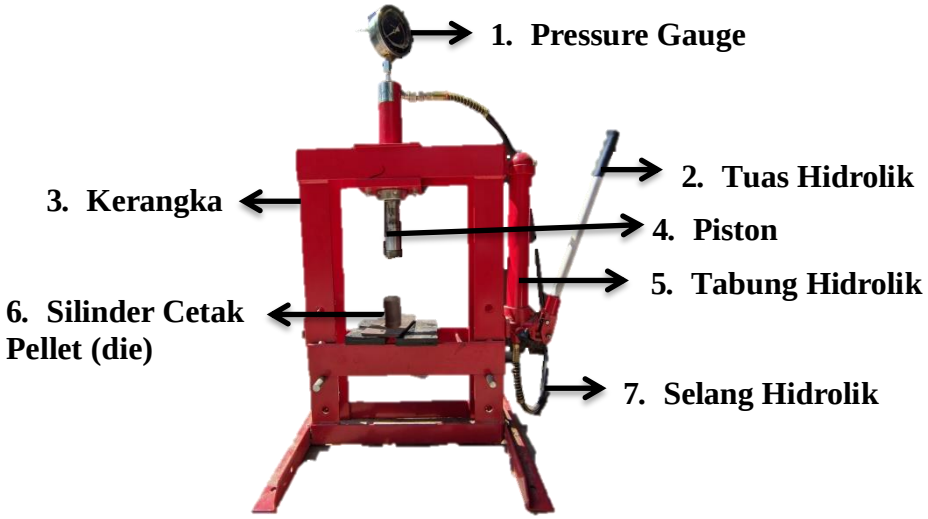
3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

a. Ayakan ukuran 3 mm, digunakan untuk mengayak bahan baku serbuk kayu *biopellet*.
b. Timbangan digital, digunakan untuk mengukur berat bahan serbuk kayu dan *biopellet*.
c. Nampan, digunakan untuk wadah menjemur bahan baku serbuk kayu *biopellet.*
d. Plastik, digunakan untuk menyimpan bahan baku serbuk kayu *biopellet*.
e. Toples plastik, digunakan untuk menyimpan *biopellet.*
f. Press hidrolik bench type 10 T, digunakan untuk menyetak *biopellet*.
g. Oven Memmert DIN 40050 – IP 20, digunakan untuk mengeringkan *biopellet* dalam uji kadar air dan daya serap air.
h. Cawan, digunakan untuk wadah *biopellet* saat dilakukan pengovenan.
i. Bomb calorimeter, digunakan untuk mengukur nilai kalor *biopellet* dalam uji kalor.
j. Colormeter AMT507, digunakan untuk mengukur warna *biopellet* dalam uji warna.

k. Jangka sorong, digunakan untuk mengukur ukuran *biopellet* dalam uji *Mass density*.

l. Tanur Stuart SF7/D Seri R000100019, digunakan untuk mangabukan *biopellet* dalam uji kadar abu.



Gambar 1. Krisbow Alat Press Hidrolik Bench Type 10 T.

Bagian – bagian Krisbow Alat Press Hidrolik Bench Type 10 T yaitu :

1. Barometer, digunakan untuk penunjuk tekanan alat press
2. Tuas Hidrolik, digunakan untuk menggerakan piston supaya memberikan tekanan
3. Kerangka, digunakan untuk penyangga alat press
4. Piston, digunakan untuk menekan bahan baku serbuka kayu *biopellet* di dalam silinder cetak pellet
5. Tabung Hidrolik, digunakan sebagai pelicin supaya piston mudah digerakan
6. Silinder Cetak Pellet, digunakan sebagai cetakan *biopellet*
7. Selang penghubung, digunakan sebagai penghubung antara Tuas Hidrolik dengan barometer

Cara kerja Krisbow Alat Press Hidrolik Bench Type 10 T 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.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk gergaji kayu akasia daun kecil dan serbuk gergaji kayu mahoni yang didapatkan dari Toko panglong kayu Sutrisno Mebel Metro Kibang.

Gambar 2. Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil.

Gambar 3. Bahan Baku Serbuk Gergaji Kayu Akasia Daun Kecil.

3.3. Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial Penelitian ini menggunakan dua faktor, yaitu faktor jenis serbuk kayu dan faktor tekanan

Faktor jenis serbuk gergaji kayu terdiri dari 2 taraf, yaitu :

1. Kayu akasia daun kecil (A)
2. Kayu mahoni (M)

Faktor tekanan terdiri dari 6 taraf, yaitu :

1. Tekanan 0,5 Ton atau 43 Mpa (T0,5)
2. Tekanan 1 Ton atau 86 Mpa (T1)
3. Tekanan 1,5 Ton atau 129 Mpa (T1,5)
4. Tekanan 2 Ton atau 172 Mpa (T2)
5. Tekanan 2,5 Ton atau 215 Mpa (T2,5)
6. Tekanan 3 Ton atau 258 Mpa (T3)

Data yang diperoleh akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan bahan baku

Persiapan bahan baku dimulai dari pengambilan serbuk gergaji kayu akasia daun kecil dan mahoni yang didapatkan dari hasil pemotongan kayu di toko panglong kayu sutrisno meubel metro kibang kemudian dipisahkan dari kotoran yang tercampur lalu dimasukkan ke dalam wadah karung atau plastik.

3.4.2. Penjemuran

Penjemuran dilakukan untuk mengeringkan serbuk gergaji kayu. Proses pengeringan dilakukan dengan cara menjemur serbuk gergaji kayu pada sinar matahari selama 2-3 hari hingga kering.

3.4.3. Pengayakan

Dilakukan pengayakan dengan menggunakan ayakan ukuran 3 mm dan membutuhkan bahan baku serbuk gergaji kayu sebanyak 2160 gram yang akan dicetak menjadi pellet.

3.4.4. Penimbangan

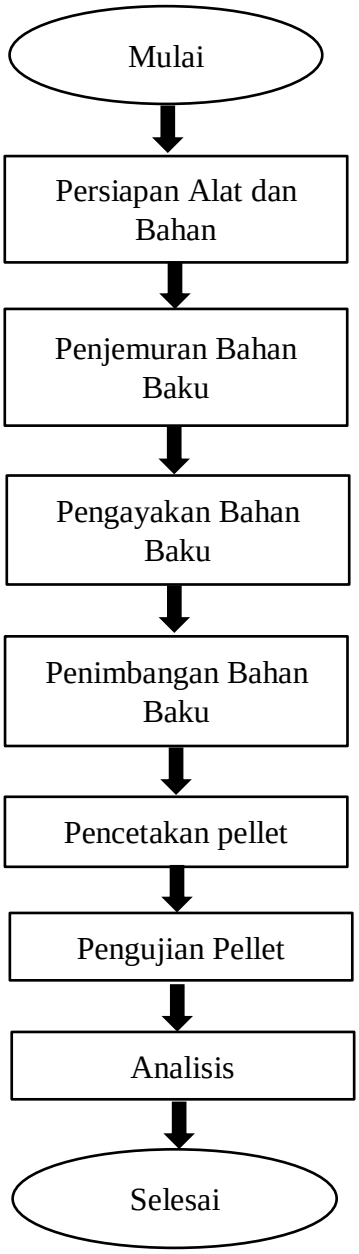
Penimbangan bahan dilakukan untuk mempersiapkan bahan sebelum dicetak, bahan ditimbang seberat 2 gram dan di masukan kedalam plastik agar pada saat pencetakan tidak memakan waktu lebih banyak sehingga pencetakan dapat dilakukan dengan cepat.

3.4.5. Pencetakan Pellet

Bahan baku serbuk gergaji kayu yang sudah ditimbang kemudian dicetak menggunakan alat press hidrolik dengan diameter silinder cetak 1,2 cm dan panjang besi silinder pencetak 10 cm. Pemberian 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 dikonversi menjadi 172 Mpa, 2,5 ton yang di konversi menjadi 215 Mpa dan 3 ton yang di konversi menjadi 258 Mpa.

3.4.6. Pengujian Pellet

Setelah pencetakan selesai kemudian dilakukan pengujian pellet yaitu kadar air, massa jenis (*mass density* dan *bulk density)*, kadar abu, kekuatan pellet, daya serap air, dan warna pellet. Pengujian ini dilakukan pada dua jenis bahan yang akan di bandingkan di akhir penelitian untuk mencari bahan yang lebih baik. Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.

3.5. Parameter Pengamatan

3.5.1. Kadar air

Kadar air adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam 2 gram bahan baku dan pellet dengan berat yang sudah di keringkan menggunakan oven Memmert DIN 40050 – IP 20 dengan suhu 105°C, Kadar air yang tinggi akan berakibat semakin lama bahan bakar tersebut terbakar dan membutuhkan energi yang besar, selain itu kadar air yang tinggi juga dapat menyebabkan pellet mudah berjamur.

$$\textbf{Kadar Air} = \frac{(mB-mk)}{mB}\ x\ 100\ \%\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

Keterangan :
mB = Massa sampel sebelum dikeringkan
mK = Massa sampel setelah kering

3.5.2. Massa Jenis (*Mass density* dan Bulk Density)

Uji massa jenis diberikan kedalam 2 gram bahan baku dan pellet dengan langkah yaitu menyamakan semua volume sampel yang ada, kemudian menimbang massa sampel setiap perlakuan dan untuk mendapatkan nilai massa jenis maka berat timbangan sampel dibagi dengan volume sampel yang telah disamakan.
Uji massa jenis dilakukan dengan menimbang dan mengukur volume partikel untuk menentukan densitas dan kekompakan partikel penyusun partikel. Pada percobaan ini bahan perlakuan dimasukan kedalam gelas ukur 250 ml hingga penuh lalu ditimbang untuk mengetahui massa *biopellet* dalam gelas ukur. Massa jenis *biopellet* dihitung dengan rumus:

$$\boldsymbol{\rho = \frac{m}{v}}\textbf{.....(2)}$$

Keterangan =

ρ = densitas/massa jenis

m = massa *biopellet* (g)

V = volume *biopellet* curah (cm3)

3.5.3. Nilai Kalori

Disiapkan sampel pellet kemudian di letakan ke dalam cawan silica dan diikat dengan kawat nikel, dan dimasukan ke dalam tabung dan ditutup rapat. lalu tabung tersebut dialiri oksigen selama 30 detik. tabung dimasukan dalam oxygen bomb calorimeter, pembakaran dimulai saat suhu air tetap dengan pengukuran suhu optimum, besarnya nilai kalor sesuai dengan persamaan berikut.Prinsip yang digunakan adalah mengukur kalor pembakaran bahan bakar padat. kalor pembakaran ditentukan dengan dengan membakar sejumlah contoh uji dengan pengendalian kondisi dalam Oxygen Bomb Calorimeter. kalor pembakaran dihitung dari temperatur sebelum percobaan, selama dan setelah pembakaran, dengan mempertimbangkan koreksi pindah panas dan koreksi termokimia.

3.5.4. Kadar Abu

Penetapan kadar abu dilakukan dengan 2 gram bahan baku dan pellet yang 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 dihitung

$$\textbf{Kadar Abu \% = } \frac{\boldsymbol{Bobot\ abu\ (\ gr\ )}}{\boldsymbol{Bobot\ sampel\ setelah\ di\ oven\ (\ gr)}}\ \boldsymbol{x\ 100\%}\ \textbf{.....(3)}$$

3.5.5. Kekuatan Pellet

Kekuatan pellet diukur menggunakan uji jatuh dari ketinggian 1.5 meter. Setelah dijatuhkan pellet diamati dan ditimbang kembali. Untuk mengetahui nilai kekuatan pellet dilihat dari perubahan fisik pellet dengan rumus :

Kekuatan Pellet = (W2/W1)x100%.....(4)

Keterangan :

W1 = Pellet kayu sebelum dijatuhkan (gr)

W2 = Pellet kayu sesudah dijatuhkan (gr)

3.5.6. Daya Serap Air

Daya serap air merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui daya tahan atau umur simpan pellet jika di letakkan diudara terbuka. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil 2 gram bahan baku dan pellet disetiap perlakuan dengan total bahan sebanyak 12 bahan. Kemudian pellet dioven diruangan yang suhu dan RH diketahui. Setelah itu setiap *biopellet* di letakkan ke dalam cawan. Bahan diukur setiap harinya untuk mengetahui perubahan yang terjadi.

3.5.7. Warna Pellet

Pengujian warna dan sifat fisis dilakukan terhadap pelet biomassa. 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 1 (Esteves dan Pereira, 2009):

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

Keterangan :

Nilai ΔE* = Total perbedaan warna/perubahan warna secara keseluruhan

Nilai ΔL* = Perubahan kecerahan *Biopellet*

Niali Δa* = Perubahan kroma merah/hijau

Nilai Δb* = perubahan kroma kuning/biru

Derajat perubahan warna ditentukan berdasarkan klasifikasi

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

$0,5 < \Delta E^* = 1,5$ = perubahan warna sedikit4

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

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

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

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

(Valverde dan Moya, 2014):

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Faktor bahan memberikan pengaruh terhadap perubahan warna pellet dan kadar air *biopellet.* Bahan baku serbuk gergaji mahoni memiliki warna orange (cerah) sedangkan akasia daun kecil berwarna coklat (gelap) sehingga mempengaruhi perubahan warna pellet. Dan kadar air pada bahan serbuk gergaji kayu akasia daun kecil lebih rendah dibandingkan mahoni, karena kandungan lignin pada serbuk gergaji kayu akasia daun kecil lebih tinggi dibandingkan mahoni sehingga membuat kadar airnya rendah. Kandungan lignin yang tinggi membuat kadar air menjadi rendah, karena fungsi lignin yang stabil dan kaku sehingga mampu menghalangi masuknya air (Evert, 2006).
2. Faktor tekanan memberikan pengaruh terhadap *bulk density, Mass density,* kekuatan pellet, dan kadar air pada *biopellet.* Semakin tinggi tekanan yang diberikan maka nilai bulk density, mass density dan kekuatan pellet semakin tinggi sedangkan nilai kadar air semakin rendah.
3. Secara keseluruhan pengujuan *biopellet* berbahan serbuk gergaji kayu akasia daun kecil memiliki karakteristik, nilai bulk density berkisar antara 0,240 g/cm^3 sampai 0,366 g/cm^3 dengan rata-rata 0,3013 g/cm^3, nilai mass density beriksar antara 0,802 g/cm^3 sampai 0,959 g/cm^3 dengan rata-rata 0,8997 g/cm^3, nilai perubahan warna berkisar antara 7,286 sampai 8,241 dengan rata-rata 7,6915, nilai kekuatan pellet berkisar antara 97,512% sampai 99,804% dengan rata-rata 99,1245%, nilai kadar air berkisar antara 9,658% sampai

10,388% dengan rata-rata 10,006%, nilai kadar abu berkisar antara 0,931% sampai 1,041% dengan rata-rata 0,8331%, dan nilai kalor sebesar 18,92 MJ/Kg.

4. Secara keseluruhan pengujian *biopellet* berbahan serbuk gergaji kayu mahoni memiliki karakteristik, nilai bulk density berkisar antara 0,255 g/cm^3 sampai 0,375 g/cm^3 dengan rata-rata 0,3125 g/cm^3, nilai mass density beriksar antara 00,786 g/cm^3 sampai 0,975 g/cm^3 dengan rata-rata 0,9035 g/cm^3, nilai perubahan warna berkisar antara 6,250 sampai 6,928 dengan rata-rata 6,4378, nilai kekuatan pellet berkisar antara 98,449% sampai 99,808% dengan rata-rata 99,3145%, nilai kadar air berkisar antara 10,424% sampai 11,567% dengan rata-rata 11,221%, nilai kadar abu berkisar antara 1,918% sampai 2,278% dengan rata-rata 2,030%, dan nilai kalor sebesar 18,37 MJ/Kg.
5. Daya serap air pada *biopellet* berbahan serbuk gergaji akasia daun kecil (A) maupun berbahan serbuk gergaji kayu mahoni (M) dipengaruhi oleh kelembaban udara (RH) pada waktu pengukuran. Peningkatan paling tinggi terjadi pada hari ke-9 dengan kelembaban mencapai 90%.
6. Serbuk gergaji kayu mahoni menghasilkan *biopellet* yang memiliki *bulk desnity*, *mass density*, kekuatan, kadar air dan kadar abu yang lebih tinggi dari *biopellet* berbahan serbuk gergaji kayu akasia daun kecil. Sedangkan serbuk gergaji kayu akasia daun kecil memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dari serbuk gergaji kayu mahoni
7. Tekanan 1 ton (86 Mpa) sudah cukup dalam pembuatan *biopellet* dari limbah serbuk gergaji kayu akasia daun kecil dan mahoni adalah 1 ton, karena menghasilkan *biopellet* yang memiliki kadar air, massa jenis, dan kadar abu yang telah memenuhi standar SNI 8675:2018, memiliki kekuatan yang telah memenuhi standar ISO 2014 dan memiliki *bulk density* yang besar, serta daya serap air yang rendah.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, beberapa saran yang diberikan yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian *biopellet* dengan variasi ukuran partikel bahan
2. Pengujian *biopellet* dilakukan sesegera mungkin ketika *biopellet* sudah dicetak, supaya *biopellet* tetap dalam kondisi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

Aswathappa, N., Marcar, N.E. dan Thompson, L.A. 1987. *Salt tolerance of Australian tropical and subtropical Acacias.* In: Turnbull, J. (Ed.), Australian Acacias in Developing Countries. ACIAR Proceedings, 16: 70–73.

Booth, T. 1987. *Selecting Acacia Species for Testing Outside Australia*. *Australian Acacias in Developing Countries,* ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research), 16: 74–76.

Cook, A. 2007. *Efficiency and Economic Advantages of Bulk Delivery of Biomass Biopellet Fuel for Space Heating.* Virginia: Institute Arlington.

El Bassam dan Maegaard, P. 2004. *Integrated renewable energy on rural communities. Planning guidelines, technologies and applications. Elsevier*. Amsterdam.

Esteves, B.M. dan Pereira, H. 2009. *Wood Modification by Heat Treatment.* BioResources, 4(1): 370–404.

Esteves, B.M. dan Pereira, H.M. 2008. *Wood modification by heat treatment: A review.* BioResources, 4(1): 370–404.

Evans, J. dan Turnbull, J. 2004. *Plantation Forestry in the Tropics, Edisi ke 3.* United Kingdom: Oxford University Press.

Fisafarani, H. 2010. *Identifikasi Karakteristik Sumber Daya Biomassa dan Potensi Bio-pelet di Indonesia.* Skripsi. Jakarta. 106 hlm.: Universitas Indonesia.

Gilang, R., Affandi, D.R. dan Ishartani, D. 2013. *Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Koro Pedang (Canavalia ensiformis) dengan Variasi Perlakuan Pendahuluan.* Jurnal Teknosains Pangan, 2(3): 34–42.

Gultom, R.N., Sulaeman, R. dan Budiani, E.S. 2017. *Pemanfaatan limbah kayu jabon dan limbah serat sawit sebagai bahan baku briket arang*. Jurnal Fakultas pertanian Ur, 4(1): 1–5.

Gwaze, D.P. 1987. *Status of Australian acacias in Zimbabwe, in Australian Acacias in Developing Countries.* ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia.

Hai, P.H. 2009. *Genetic Improvement of Plantation-Grown Acacia auriculiformis for Sawn Timber Production*. Naskah Tesis. Acta Universitas agriculture Sueciae, Upsala.

Handayani. 2010. *Kualitas Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji*. Jurnal Teknik dan Perencanaan, 1(12): 41–50.

Irwanto. 2007. *Focus Group Discussion: Sebuah Pengantar Praktis.* Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

Nugrahaeni, J.I. 2008. *Pemanfaatan Limbah Tembakau (Nicotiana Tabacum L.) Untuk Bahan Pembuatan Briket sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Pinyopusarerk, K. 1987. *Improving Acacia auriculiformis through selection and breeding in Thailand, in Australian Acacias in Developing Countries.* ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia.

Ramdan, H. 2004. *Evaluasi pertumbuhan tanaman mahoni daun besar (Swietenia macrophylla King) pada beberapa jenis tanah studi kasus di KPH Banten.* Skripsi. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Ramsay, W.S. 1982. *Energy from Forest Biomass (Ed).* New York: Academic Press, Inc.

Samsi, A.S. 2000. *Analisis keragaman genetik pada tanaman mahoni daun besar (Swietenia macrophylla King) di kebun benih parung panjang.* Skripsi. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Saptoadi, H. 2006. *The Best Biobriquette Dimension and its Particle Size*. The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)"21-23 November 2006. Bangkok.

Saputro, D.D., Widayat dan Rusianto. 2005. *Biomassa Sebagai Energi Terbarukan di Indonesia*. Jurnal Profesional, 5(2): 705–716.

Skelton, D.J. 1987. *Distribution and ecology of Papua New Guinea acacias, in Australian Acacias in Developing Countries.* ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia.

Suhono, B. 2010. *Ensiklopedia biologi dunia tumbuhan.* Jakarta: PT Lentera Abadi.

Sumardi. 2008. *Model rehabilitasi kawasan pesisir, Prosiding Seminar Nasional, Silvikultur Rehabilitasi Lahan: Pengembangan strategi untuk mengendalikan tingginya laju degradasi hutan, Wanagama I, 24-25 Nopember 2008.* Jurusan Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada.

Supriyanto dan Merry. 2010. *Studi Kasus Energi Alternatif Briket Sampah Lingkungan Kampus Polban Bandung.* Seminar Nasional Teknik Kimia. Yogyakarta.

Turnbull, J.W. 1987. *Australian Acacias in Developing Countries.* ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, Editor Turnbull, JW, Brown Prior Anderson Pty Ltd. Victoria, Australia.

Wijayanto, N. dan Nurunnajah. 2012. *Intensitas cahaya, suhu, kelembapan dan sistem perakaran mahoni (Swietenia macrophylla King) di RPH Babakan Madang, BKPH Bogor, KPH Bogor.* Jurnal Silvikultur Tropika, 3(1): 8–13.

Yamada, K., Kanada, M., Wang, Q., Sakamoto, K., Uchiyama, I., Mizoguchi, T. dan Zhou, Y. 2005. *Utility of Coal-Biomass Briquette for Remediation of Indoor Air Pollution Caused by Coal Burning in Rural Area, in China*. Proceedings: Indoor Air 2005-367.

Yantasath, K. 1987. *Field trials of fast-growing, nitrogen-fixing trees in Thailand, in Australian Acacias in Developing Countries.* ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd. Victoria, Australia.

Yap, S.K. 1987. *Introduction of Acacia species to Peninsular Malaysia in Australian Acacias in Developing Countries.* ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd. Victoria, Australia.

Zamiraza, F. 2009. *Pembuatan biopelet dari bungkil jarak pagar (Jathropa curcas l.) dengan penambahan sludge dan perekat tapioka*. Skripsi. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Zhigang, P. dan Minquan, Y. 1987. *Australian acacias in the People's Republic of China, in Australian Acacias in Developing Countries.* ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd,. Victoria, Australia.