

**PEMBUATAN BAHAN BAKAR BIOPELET DARI LIMBAH SERBUK  
GERGAJIAN**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**DEA PERMATA SARI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

***ABSTRACT***

**MAKING BIOPELLET FUEL FROM SAWDUST WASTE**

**Oleh**

**Dea Permata Sari**

Alternative energy is an option to overcome the current energy crisis, one of the alternative energy that can be utilized is biomass which is very potential to be developed into renewable energy. Wood is one of the expected energy sources that can replace the fuel source. Wood-based fuels commonly used are sawdust. This study aims to process wood sawdust waste into biopellet fuel and determine the effect of wood powder size and the amount of adhesive produced. The research was conducted in July-August 2018 at the Laboratory of Agricultural Equipment and Machinery, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The main ingredients are wood powder and tapioca as adhesive. Wood powder that has been processed in the form of fiber / fiber. While the tools used are pellet printing, 20 and 60 mesh sieves, a set of briquette making tools including jacks, digital balance sheets, stopwatches, bomb calorimeters, proximate and ultimate test instruments, a set of combustion frames (small iron bench). So the results obtained from the physico-chemical characteristics of raw materials for wood powder have an average water content of 9.4%, ash content has an average of 6.04%, density has an average of 3,4002 g /

cm<sup>3</sup>, calorific value has average of 18,585 g/cm<sup>3</sup>. In four samples of P1 (smooth), P2 (mixed), P3 (medium), P4 (rough) this study has pellet characteristics having specific gravity ie P1 1.0280%, P2 1.018%, P3 1.0390%, P4 1.0857%. Water content hasan average of P1 13.48%, P2 14.33%, P3 13.26%, P4 14.42%. Ash content has an average of P1 2.42%, P2 2.395%, P3 0.98%, P4 1.01%. The average pellet weight before slamming smooth with 10% adhesive 1.0137, medium 15% 0.5662, rough 20% 0.628, 10% mixture 0.9244. Pellet weight after being slammed 10% 1.0113, medium 15% 0.5644, rough 20% 0.626867, mixture 10% 0.920567. Weight loss average of 10% 0.2380, medium 15% 0.3177, rough 20% 0.1803, mix 10% 0.4138. The results of this study are significantly different.

***Keywords: Biopellet, wood sawdust, pellet characteristics, wood powder characteristics.***

## **ABSTRAK**

### **PEMBUATAN BAHAN BAKAR BIOPELET DARI LIMBAH SERBUK GERGAJIAN**

**Oleh**

**Dea Permata Sari**

Energi alternatif merupakan pilihan untuk mengatasi krisis energi saat ini, salah satu energi alternatif yang bisa dimanfaatkan adalah biomassa yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi energi terbarukan. Kayu merupakan salah satu sumber energi yang diharapkan yang dapat menggantikan sumber bahan bakar minyak. Bahan bakar dari kayu yang umum digunakan secara langsung adalah sebetan dan serbuk gergaji. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah serbuk limbah gergaji kayu menjadi bahan bakar biopellet dan mengetahui pengaruh ukuran serbuk kayu dan kadar perekat yang di hasilkan.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2018 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bahan utama adalah serbuk kayu dan tapioka sebagai perekat. Serbuk kayu yang telah diolah berupa serat/fiber. Penelitian dilakukan dengan 2 perlakuan, yaitu 3 level perekat (10%), (20%) dan 4 ukuran partikel dengan 3 kali ulangan sedangkan alat yang digunakan adalah pencetakan pellet, ayakan 20 dan 60 mesh, satu set alat pembuatan briket termasuk dongkrak, neraca digital, stopwatch, *bomb calorimeter*, perangkat instrumen uji proksimat dan ultimate, satu set kerangka pembakaran (bangku kecil dari besi).

Hasil yang didapatkan dari karakteristik fisiko kimia bahan baku serbuk kayu memiliki kadar air rata-rata 9,4% , kadar abu memiliki rata-rata 6,04% , berat jenis memiliki rata-rata 3,4002 g/cm<sup>3</sup> , nilai kalor memiliki rata-rata 18,585g/cm<sup>3</sup>. Dalam empat sampel P1 (halus), P2 (campuran), P3 (sedang), P4 (kasar) penelitian ini mempunyai karakteristik pellet memiliki berat jenis yaitu P1 1,0280 g/cm<sup>3</sup>, P2 1,018 g/cm<sup>3</sup>, P3 1,0390 g/cm<sup>3</sup>, P4 1,0857 g/cm<sup>3</sup>. Kadar air memiliki rata-rata yaitu P1 13,48%, P2 14,33%, P3 13,26%, P4 14,42%. Kadar abu memiliki rata-rata yaitu P1 2,47%, P2 2,39%, P3 0,98%, P4 1,01%. Rata-rata bobot pellet sebelum dibanting halus dengan perekat F1 1,0137%, sedang F2 0,5662%, kasar F3 0,628%, campuran F1 0,9244%. Bobot pellet setelah dibanting halus F1 1,0113 , sedang 15% 0,5644 , kasar 20% 0,626867 , campuran F1 0,9205% . Rata-rata weight loss halus F1 0,2380%, sedang F2 0,3177%, kasar F3 0,1803%, campuran F10,4138%. Hasil penelitian ini berbeda nyata

**Kata Kunci:** *Biopellet, Serbuk gergaji kayu, karakteristik pellet, karakteristik bahan serbuk kayu.*

**PEMBUATAN BAHAN BAKAR BIOPELET DARI LIMBAH SERBUK  
GERGAJIAN**

**Oleh  
DEA PERMATA SARI**

**Skripsi  
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

**Pada  
Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

**Judul Skripsi** : **PEMBUATAN BAHAN BAKAR BIOPELET DARI  
LIMBAH SERBUK GERGAJIAN**

**Nama Mahasiswa** : **Dea Permata Sari**

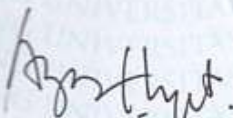
**No. Pokok Mahasiswa** : 1414071022

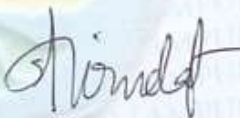
**Jurusan** : Teknik Pertanian

**Fakultas** : Pertanian

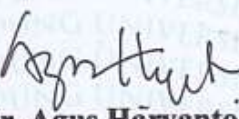


**1. Komisi Pembimbing**

  
**Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**  
NIP 19650527 199303 1 002

  
**Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc.**  
NIP 19890520 201504 2 001

**2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian**

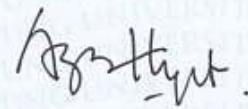
  
**Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**  
NIP 19650527 199303 1 002

**MENGESAHKAN**

**L. Tim Penguji**

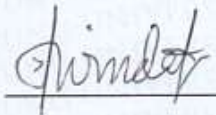
**Ketua**

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



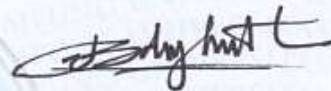
**Sekretaris**

**: Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Ir. Budianto Lanya, M.T.**



**Dekan Fakultas Pertanian**

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

**NIP. 19611020 198603 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 Februari 2019**



## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Dea Permata Sari NPM 1414071022 dengan ini menyatakan bahwa apa yang saya tulis dalam karya tulis ilmiah adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh komisi pembimbing, 1) Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. dan 2) .Winda Rahmawati, S.TP, M.Si, 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 (jurnal, buku, internet, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah Pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung,  
Yang membuat pernyataan



Dea Permata Sari  
NPM 1414071022

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung , pada tanggal 09 Januari 1996, sebagai anak pertama dari pasangan Ade Juliantara dan Heliyana Yudiawati. Penulis menempuh pendidikan kanak-kanak di TK Pertiwi dan lulus pada tahun 2001. Pendidikan dilanjutkan di SDN 2 Rawa Laut (Teladan) 2001 dan lulus pada tahun 2008. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMPN 4 bandar Lampung pada tahun 2011 dan sekolah menengah atas diselesaikan di SMAN Bandar Lampung pada Tahun 2014. Pada Tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Ujian Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis terdaftar aktif sebagai organisasi kemahasiswaan sebagai:

1. Anggota biasa Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Universitas Lampung
2. Korps muda Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) universitas lampung periode 2015/2016
3. Anggota Bidang Pengabdian Masyarakat (Pengmas) Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Universitas Lampung periode 2015/2016.

4. Staf ahli kementrian luar negri Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM)  
Universitas Lampung
5. Kepala Bidang Pengabdian Masyarakat (Pengmas) Persatuan Mahasiswa  
Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Universitas Lampung periode  
2016/2017.

Pada bidang akademik penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah perbengkelan Pada tahun 2016., Pada tahun 2017 penulis melaksanakan Praktik Umum di PT. Momenta Agrikultura kebun cika-2 Lembang, Jawa Barat, dengan judul Penerapan Sistem Hidroponik Substrat Pada Budidaya Tanaman Timun *Kyuri* dan *Midi* di PT. Momenta Agrikultura kebun cika-2 Lembang, Jawa Barat. Pada tahun 2018 penulis melaksanakan kegiatan kuliah kerja nyata (KKN) tematik periode 1 pada tahun 2018 di Desa Banjar Masin Kecamatan Kota Agung Kabupaten Tanggamus.

## SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “*Pembuatan Bahan Bakar Biopellet Dari Limbah Serbuk Gergajian*” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya kuliah dan menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung dan dosen pembimbing utama.
3. Ibu Winda Rahmawati, S.TP., M.Sc., selaku Dosen pembimbing kedua.
4. Bapak Ir Budianto Lanya, M.T., selaku Dosen pembimbing akademik dan sekaligus pembahas.
5. Ayah dan Ibuku Ade Juliantara dan Heliyana Yudiawati yang tak pernah berhentinya mendoakanku dan menjadi tempat meluangkan segala emosi, kalian adalah inspirasi dan motivasi terbesar dalam hidupku.
6. Adikku tersayang Kayla Aulia Sari dan Muhamad Rafa Al-zikri yang selalu menemani dan mendoakan dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah berbagi ilmu dan pengalaman selama perkuliahan.
  8. Seluruh staf dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah banyak membantu.
  9. Keluarga Besar Teknik Pertanian 2014.
  10. Teman-teman seperjuangan praktik umum di PT. Momenta Algikultura, Amazing farm, Lembang, Jawa Barat
  11. Teman - teman seperjuangan yang selalu membantu penelitian ini Angkatan 2014
- Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, Februari 2019  
Penulis

Dea Permata Sari

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Sumber Energi Di Indonesia .....	5
2.1.1. Minyak Tanah .....	5
2.1.2. Batubara .....	6
2.2. Biomassa .....	8
2.2.1. Kandungan Lignin .....	13
2.2.2. Selulose .....	14
2.2.3. Hemiselulose .....	16
2.2.4. Biopellet .....	17
2.7. Proses Densifikasi .....	19
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat .....	22
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	22
3.3. Prosedur Penelitian .....	22

3.3.1. Persiapan Bahan Baku .....	23
3.3.2. Pencampuran Perekat Tapioca .....	23
3.3.3. Pencetakan Pellet .....	24
3.4. Parameter Pengamatan .....	24
3.4.1. Berat Jenis .....	24
3.4.2. Kadar Air .....	25
3.4.3. Nilai kalor .....	26
3.4.4. Kadar Abu .....	26
3.4.5. Uji Banting .....	26
3.4.6. Hidropobicity .....	27
3.4.7. Analisis Data .....	27
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Karakteristik Fisika Kimia Bahan Baku Serbuk Kayu .....	28
4.1.1. Kadar air .....	28
4.1.2. Berat Jenis .....	29
4.1.3. Kadar Abu .....	29
4.1.4. Nilai Kalor .....	30
4.2 Karakteristik Pellet .....	30
4.2.1. Kadar Air Pellet .....	31
4.2.2. Berat Jenis Pellet .....	32
4.2.3. Kadar Abu Pellet .....	33
4.2.3. Nilai Kalor Pellet .....	33
4.2.3. Energi Density Pellet .....	34
4.3. Uji Banting .....	41
<b>V . KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	47
5.2. Saran .....	47

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengekspor Batubara Terbanyak Di Dunia Tahun 2008.....	7
2 . Potensi Residu Biomassa Sebagai Sumber Sebagai Energi Di Indonesia .....	11
3. Karakteristik Bahan Bakar Biomassa.....	13
4. Karakteristik Biopelet .....	18
5. Parameter yang diamati bahan dan produk. ....	24
6. Tabel Data Karakteristik Bahan .....	28
7. Kadar Air Pelet.....	31
8. Berat Jenis Pellet.....	32
9. Kadar Abu Pellet.....	33
10. Nialai Kalor Pellet.....	33
11. Energi Density.....	34
12. ANOVA Berat Jenis Pellet .....	34
13. Uji Lanjut Faktor 1 Berat Jenis Pellet.....	35
14. ANOVA Kadar Air Pellet .....	36
15. Uji Lanjut Faktor I Kadar Air Pellet .....	36
16. ANOVA Zat Abu Pellet Kayu .....	37
17. Uji Lanjut Faktor I Kadar Zat Abu .....	37
18. Uji Lanjut Faktor II.....	38
19. ANOVA Nilai Kalor Pellet .....	39



20. Uji Lanjut Faktor I .....	39
21. ANOVA Energi Density .....	40
22. Uji Lanjut Faktor I Eneгри Density .....	40
23. Bobot Pelet Sebelum di Banting .....	42
24. Bobot Pelet Setelah di Banting .....	43
25. Weight Loss .....	43
26. Durability Index .....	44
27. Anova Wiegth Loss Uji Bnting.....	44
28. Uji Lanjut BNT Wiegth Loss Uji Banting .....	44
29. ANOVA Durability Index Uji Banting .....	45
30. Uji Lanjut BNT Durability Index Uji Banting .....	45

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
1. Struktur selulosa (Fessenden dan Fessenden, 1992).....	15
2. Pellet Biomasa Serbuk Kayu.....	31
3. Grafik Waktu Hidropobicity .....	46

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi makin meningkat seiring dengan perkembangan zaman dan pertumbuhan jumlah penduduk, energi diperlukan untuk kegiatan industri, jasa, perhubungan dan rumah tangga. Namun berkurangnya cadangan minyak, penghapusan subsidi menyebabkan harga minyak naik dan kualitas lingkungan menurun akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Seperti halnya yang terjadi saat ini, dimana bahan bakar minyak (BBM) semakin langka dan harganya semakin mahal dan secara sosial ekonomi akan berdampak pada masyarakat sebagai pengguna untuk kebutuhan energi alternatif.

Energi alternatif merupakan pilihan untuk mengatasi krisis energi saat ini, salah satu energi alternatif yang bisa dimanfaatkan adalah biomassa yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi energi terbarukan. Pengembangan energi terbarukan dapat dilakukan melalui *Clean Development Mechanism* (CDM). CDM ini mengembangkan konversi biomassa menjadi bahan bakar atau sumber energi dan pembersihan lingkungan (Hadiwiyoto, 2009).

Kayu merupakan salah satu sumber energi yang diharapkan yang 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. Bahan bakar dari kayu yang umum digunakan secara langsung adalah sebetan dan serbuk gergajian. Serbuk gergajian melalui proses lanjutan berupa pengeringan dan pengepresan yang dapat dijadikan bahan bakar dinamakan biopellet. Biopellet merupakan salah satu bentuk energi biomassa dan pertama kali diproduksi di Swedia tahun 1980 berbahan baku serbuk kayu yang merupakan limbah industri kayu. Produksi total kayu gergajian di Indonesia mencapai 2.6 juta m<sup>3</sup> per tahun, jenis bahan bakar ini merupakan bahan bakar kayu alternatif yang dipandang memiliki keunggulan. Penggunaa pelet kayu sebagai bahan bakar dapat dilakukan dengan menggunakan tungku untuk pemanas ruangan yang sering digunakan di negara-negara 4 musim, tungku memasak, boiler pelet, dan juga burner pelet kayu "*wood pellet burner*". (Ningrum dan Munawar, 2014).

Salah satu energi alternatif yang potensial adalah biopellet jenis bahan bakar padat berbasis limbah dengan ukuran lebih kecil dari ukuran briket. Kekurangan dari bahan baku serbuk gergaji dapat ditutupi melalui investasi penanaman terutama jenis albasia, oleh karena itu terdapat peluang untuk pengembangan industri pelet kayu. Disamping itu perluasan penanaman pohon pada hutan rakyat merupakan potensi untuk penyediaan bahan baku pelet. Luas kawasan hutan yang dibutuhkan untuk penanaman pohon adalah 1.247,3 ha. Studi menunjukkan bahwa pelet kayu perlu disosialisasikan sebagai bahan bakar biomass terbarukan. Dalam hal ini,

para pemangku kepentingan terkait diharapkan menyebar luaskan promosi produk biomasa terbarukan, (Windarwati, 2011).

Pelet kayu menjadi perhatian utama saat ini karena faktor kemudahan dalam bahan baku dan memiliki karakteristik yang ramah lingkungan. Pelet kayu menghasilkan emisi (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, dan HCl) yang lebih rendah dibandingkan limbah pertanian seperti jerami atau sekam padi (Passalacqua dan Zaetta, 2004). Keuntungan lain pelet kayu dibandingkan bahan bakar kayu lain seperti chip kayu (*woodchip*) antara lain memiliki kalori lebih tinggi (Pelet kayu  $3,4 \times 10^6$  juta kal/ton chip kayu  $4,3 \times 10^6$  kal/ton) namun harga pelet kayu lebih tinggi di mana pelet kayu (334 US\$/ton) dan chip kayu (171 US\$/ton) (Choi dan Kim, 2010). Kekurangan dari serbuk gergajian sebagai bahan bakar adalah memiliki nilai densitas yang rendah, memiliki nilai kalori yang rendah dan densitas energi yang rendah.

Kelebihan dari serbuk gergajian sebagai bahan bakar adalah dapat menghasilkan panas pembakaran yang tinggi, lebih murah bila dibandingkan dengan minyak tanah atau arang kayu dan masa bakar jauh lebih lama dari pada arang biasa. Perlu dilakukan penelitian untuk menafataankan potensi serbuk gegaji sebagai biopellet dan memperoleh karakteristik bahan bakar biopellet yang baik.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengolah limbah serbuk gergajian kayu menjadi bahan bakar biopellet.
2. Mengetahui pengaruh ukuran serbuk kayu dan kadar perekat yang dihasilkan.

### **1.3. Manfaat Penelitian**

Dalam penelitian ini diharapkan dapat:

1. Menjadi dasar acuan dalam pengembangan energi bahan bakar alternatif terbarukan dengan menggunakan biomassa serbuk kayu dalam bentuk biopellet .
2. Menjadi solusi bagi masyarakat untuk menggunakan bahan bakar pengganti arang yang murah, mudah, serta aman dalam penggunaannya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Sumber Energi Di Indonesia

Beberapa sumber energi yang ada di Indonesia diantaranya ada minyak tanah, batu bara, gas, biomassa, densifikasi, limbah dan biopellet.

#### 2.1.1. Minyak Tanah

Indonesia merupakan negara penghasil minyak bumi yang selama ini dieksplorasi, tetapi karena merupakan minyak bumi yang *nonrenewable*. Sehingga cadangan minyak bumi tersebut makin mahal. Naiknya harga minyak bumi dipasaran membuat pemikiran untuk mencari alternatif bahan bakar minyak yang *renewable*. Salah satu hasil minyak bumi dari fosil adalah minyak tanah, merupakan produk minyak bumi yang berintikan hidrokarbon (tersusun atas atom hydrogen dan karbon) serta sejumlah zat lain. Seperti nitrogen, oksigen dan sulfur serta sejumlah kecil unsur logam. Minyak tanah "*light kerosene*" memiliki rentang rantai karbon dari C10-C5 dan memiliki titik didih 150-300°C (Hardjono, 2001).

Penggunaan utama pada minyak tanah yaitu bahan bakar kompor dalam rumah tangga. Ketergantungan minyak tanah selama ini, sangat terasa saat peralihan (konversi) ke gas yang dirasakan oleh masyarakat. Dalam penelitian ini,

dilakukan pembuatan biopellet sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah dengan melihat kondisi sumberdaya alam yang ada di daerah. Dengan Bahan bakar minyak merupakan salah satu hasil bumi yang saat ini digunakan sebagai sumber energi utama dalam mendukung aktivitas manusia. Menipisnya bahan bakar minyak merupakan permasalahan yang dihadapi dalam usaha mencukupi kebutuhan energi saat ini. Pada umumnya, masyarakat di daerah perkotaan menggunakan bahan bakar minyak untuk keperluan aktivitas rumah tangga. Adapun salah satu bahan bakar minyak yang digunakan adalah minyak tanah. Minyak tanah merupakan jenis minyak bumi yang digunakan sebagai keperluan aktivitas dalam keperluan rumah tangga. Meningkatnya harga minyak mentah dunia menyebabkan terjadinya kenaikan harga bahan bakar termasuk minyak tanah.

Selain harga yang mahal keterbatasan bahan bakar minyak juga menjadi salah satu faktor sulitnya mendapatkan bahan bakar tersebut di daerah perkotaan. Oleh sebab itu, perlu adanya upaya untuk mencari bahan bakar alternatif yang lebih murah dan tersedia dengan mudah. Sumber energi alternatif yang banyak diteliti dan dikembangkan saat ini adalah energy biomassa yang ketersediaannya melimpah, mudah diperoleh, ekonomis dan dapat diperbaharui secara cepat. (Kong, 2010).

## **2.1. Batubara**

Perkembangan produksi pertambangan batubara Indonesia sampai saat ini cukup pesat. Data terakhir hingga tahun 2008 dari statistik batubara dunia (Sumber: World Coal Statistic/IEA, 2009, lihat Tabel 1 negara pengekspor batubara



terbanyak dunia) menunjukkan bahwa Indonesia telah menjadi negara pengeksport batubara nomor 2 di dunia. Bahkan, pencapaian ini telah berlangsung dari akhir tahun 2004 (walaupun pada tahun 2007 ekspor batubara kita pernah menduduki peringkat pertama mencapai 164,5 juta ton batubara).

Di tahun 2008 produksi batubara Indonesia bisa dipastikan mencapai 240 juta ton (berbeda sedikit dibanding data IEA). Produksi batubara Indonesia ini meningkat 23 juta ton dari produksi di tahun 2007 sebesar 217 juta ton. Peningkatan ekspor batubara juga cukup fantastis yaitu meningkat menjadi 193 juta ton di tahun 2008, pencapaian ini cukup tajam karena hasil perkembangan ekspor juga berdasarkan masukan data dari Ditjen Pertambangan Luar Negeri, Dep. Perdagangan.

Rekonsiliasi data dengan pihak Ditjen Pertambangan Luar Negeri dimaksudkan untuk mendapatkan data yang lebih akurat. Semua komoditas produk ekspor termasuk produk pertambangan memang tercatat secara menyeluruh dari seluruh pelabuhan umum ataupun khusus batubara di seluruh wilayah Indonesia dari seluruh pihak eksportir batubara termasuk diantaranya trader (walaupun bukan pemilik konsesi pertambangan).

Tabel 1. Pengeksport Batubara Terbanyak Di Dunia Tahun 2008.

No	countries	Batubara		
		Total	Steam	Cooking
1	Australia	252	115	137
2	Indonesia	203	173	30
3	Russia	101	86	15
4	Colombia	74	74	
5	USA	74	35	39
6	South Africa	62	61	1
7	PR China	47	43	4

Sumber : World Coal Statistic (IEA), 2009

Dengan produksi yang semakin meningkat, secara konsisten sejak tahun 2004. Indonesia pun secara konsisten mampu mengekspor batubara lebih dari 94 juta ton. Pencapaian ini telah mengubah posisi Indonesia menjadi eksportir batu bara nomor dua di dunia setelah Australia. Posisi ini sebelumnya diisi oleh Rusia.

Pertambangan batubara di Indonesia merupakan salah satu bidang usaha yang perkembangannya sangat pesat dalam satu dasawarsa terakhir. Hal ini dapat dilihat baik dari volume produksi batubaranya, nilai tambah yang dihasilkan, serta jumlah perusahaan dan tenaga kerja yang terlibat di dalamnya. Pertumbuhan produksi dan usaha pertambangan batubara yang sangat cepat ini dipicu oleh beberapa hal, antara lain karena meningkatnya harga batubara dan harga minyak bumi, meningkatnya penggunaan batubara baik di dalam negeri maupun di dunia pada umumnya, serta otonomi daerah dalam perizinan usaha pertambangan batubara (Winarno, 2013).

## **2.2. Biomassa**

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan dan tumbuh sebagai tanaman. Pada umumnya biomassa yang memiliki nilai ekonomis rendah atau merupakan hasil ekstraksi produk primer (El Bassam dan Maegaard, 2004). Indonesia memiliki potensi energi biomassa sebesar 50.000 MW yang bersumber dari berbagai biomassa limbah pertanian, seperti: produk samping kelapa sawit, penggilingan padi, pabrik gula, kakao, dan limbah pertanian. Salah satu sumber energi biomassa yang dapat dijadikan energi alternatif adalah limbah serbuk gergajian dan cangkang sawit.

Menurut Setyawati, 2003 Kebutuhan kayu yang terus meningkat dan potensi hutan yang terus berkurang menuntut penggunaan kayu secara efisien dan bijaksana, antara lain dengan memanfaatkan limbah berupa serbuk kayu menjadi produk yang bermanfaat. Serbuk kayu yang dihasilkan dari limbah penggergajian kayu dapat dimanfaatkan menjadi briket arang, arang aktif, komposit kayu plastik (Setyawati, 2003). 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 m<sup>3</sup> pertahun. Dengan asumsi bahwa jumlah limbah yang terbentuk 54,24% dari produksi total, maka dihasilkan limbah penggergajian kayu sebanyak 1,4 juta m<sup>3</sup> per tahun. Angka tersebut cukup besar karena mencapai sekitar separuh dari produksi kayu gergajian (Forestry Statistics of Indonesia 1997/1998 dalam Pari, 2002).

Biomassa pada umumnya mempunyai densitas yang cukup rendah, sehingga akan mengalami kesulitan dalam penanganannya. Densifikasi adalah adalah suatu metode pengembangan fungsi suat sumberdaya. Densifikasi dapat meningkatkan kandungan energi tiap satuan volume dan juga dapat mengurangi biaya transportasi dan penanganan. Densifikasi biomassa menjadi briket bertujuan untuk meningkatkan densitas dan mengurangi persoalan penanganan seperti penyimpanan dan pengangkutan. Secara umum densifikasi biomassa mempunyai beberapa keuntungan (Bhattacharya dkk, 1996) antara lain dapat menaikkan nilai kalor per unit volume, mudah disimpan dan diangkut serta mempunyai ukuran dan kualitas yang seragam.

Penggunaan bahan bakar biomassa secara langsung dan tanpa pengolahan akan menyebabkan timbulnya penyakit pernafasan yang disebabkan oleh karbon monoksida, sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan bahan partikulat. Untuk memperbaiki karakteristik biomassa dilakukan cara densifikasi dalam bentuk briket atau biopellet (Yamada *et.al.*,2005). Karakteristik biomassa disajikan pada Tabel 2.

Mascoma corporation (Cambridge, Massachusetts, AS) merinci sumber sumber biomassa sebagai berikut (Kong,2010) keunggulan yang dimiliki oleh biomassa,

1. *Agricultural residues* atau sisa-sisa hasil pertanian.
2. *Forestry waste* atau sisa-sisa hutan, misal serbuk gergajian industri pengolahan kayu.
3. *Municipal waste* atau sampah perkotaan, misalnya kertas-kertas bekas dan dedaunan kering.
4. *Industrial waste*, seperti lumpur sisa pulp
5. Sumber-sumber masa depan, seperti tanaman energi yang khusus ditanam baik tanaman herbal maupun berbasis kayu.
6. Jenis tanaman lain yang tidak mengandung pati maupun gula yang dipakai untuk memproduksi bioetanol.

Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar alternatif terbarukan merupakan solusi tepat atas permasalahan yang muncul akibat penggunaan bahan bakar fosil.

Pemanfaatan energi biomassa memiliki banyak keuntungan dari sisi lingkungan yaitu mengurangi efek gas rumah kaca, mengurangi bau yang tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit. Pemanfaatan limbah dengan cara seperti ini,

secara ekonomi akan sangat kompetitif seiring naiknya harga bahan bakar minyak. Disamping itu, prinsip *zero waste* merupakan praktek pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Tabel 2. Potensi Residu Biomassa Sebagai Sumber Sebagai Energi Di Indonesia

Biomassa	Wilayah Utama	Produksi [juta t / tahun]	Energi teknis potensi [juta GJ / tahun]	Keterangan
Kayu karet	Sumatera, Kalimantan, Jawa	41	120	log kecil $\varnothing < 10$ cm log besar dan sedang digunakan sebagai kayu api di batu bata dan atap industri genteng: harga 20.000 - 30.000 IDR / m <sup>3</sup>
Penebangan residu Kayu gergajian residu	Sumatera, Kalimantan	4,5	19	
	Sumatera, Kalimantan	1,3	13	Residu dari pabrik-pabrik adalah sering digunakan sebagai kayu bakar oleh komunitas lokal, residu tersedia secara gratis
Kayu lapis dan lapisan produksi residu	Kalimantan, Sumatera, Jawa, Irian Jaya, Maluku	1,5	16	Residu umumnya digunakan, namun
Residu gula	Jawa, Sumatera, Kalimantan	Bagasse: 10 puncak tebu: 4	78	Bagasse umumnya digunakan di

	Selatan	daun tebu: 9.6		pabrik gula (90%) Penggunaan puncak dan daun tebu perlu diselidiki
Sisa beras	Jawa, Sumatera, Sulawesi, Kalimantan, Bali/Nusa	Sekam: 12 dedak 2,5 tangkai: 2 jerami: 49	150	Tangkai dan jerami dihasilkan pada lapangan dan umumnya dibakar, di beberapa area digunakan untuk memberi makan atau bahan baku untuk industri kertas Sekam sering dibakar tak terkendali
Residu kelapa	Sumatera, Jawa, Sulawesi	Shell: 0,4 sekam: 0,7	7	Residu dihasilkan terdesentralisasi dan biasanya ditinggalkan di bidang perkebunan Sebagian besar digunakan sebagai kayu bakar dan untuk produksi arang
Residu minyak sawit	Sumatera new areas: Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, Irian Jaya	Buah kosong tandan: 3.4 Serat: 3,6 cangkang sawit: 1.2	67	Cangkang dan serabut kelapa sawit sumber bahan bakar umum, EFB umumnya dibakar

Sumber: ZREU, CGI 2000.

**Tabel 3. Karakteristik Bahan Bakar Biomassa**

Komponen Kimia	Kayu Jati	Kayu Surah	Kayu Cempaka
Selulosa	47,5%	61,2%	45,59%
Lignin	29,9%	27,3%	29,99%
Hemiselulose	-	-	29,26%

Sumber: Hilal (2017)

### 2.2.1. Kandungan Lignin

Lignin dibentuk dengan penghilangan non-reversibel air dari gula (terutama xilosa) untuk membuat struktur aromatik. Lignifikasi berlangsung pada tanaman dewasa untuk kestabilan mekanik tanaman. Lignin berfungsi memberi kekakuan kepada tanaman, terlokalisasi pada permukaan lumen dan daerah dinding berpori untuk mempertahankan kekuatan dinding, permeabilitas dan membantu transport air. Lignin tahan serangan mikroorganisme dan kebanyakan dalam bentuk cincin aromatik yang tahan terhadap proses anaerobik sehingga kerusakan akibat proses anaerobik pada lignin adalah lambat (Bismarck et al., 2005).

Lignin sama seperti hemiselulosa, biasanya larut dalam air pada 180°C dalam kondisi netral. Lignin dianggap sebagai suatu polimer termoplastik yang memperlihatkan adanya temperatur transisi glass di sekitar 90°C dan meleleh pada temperatur sekitar 170°C (Olesen & Plackett, 1999). Kesulitan utama di dalam kimia lignin adalah tidak ada metoda yang mapan untuk mengisolasi lignin dalam kondisi asli dari serat. Lignin tidak terhidrolisis oleh asam, hanya dapat larut di dalam alkali panas, dapat teroksidasi, dan dengan mudah terkondensasi dengan fenol (Bismarck et al., 2005).

Tahan terhadap proses hidrolisis oleh asam-asam mineral tetapi mudah larut dalam larutan sulfit dalam keadaan biasa. Lignin berfungsi untuk melindungi hemiselulosa dan selulosa dari aksi kimiawi. Dibandingkan dengan selulosa atau hemiselulosa, pemecahan lignin terjadi sangat lambat oleh jamur dan bakteri (Schlegel dan Schmidt, 1994).

### **2.2.2. Selulose**

Selulosa merupakan salah satu polimer yang tersedia melimpah di alam.

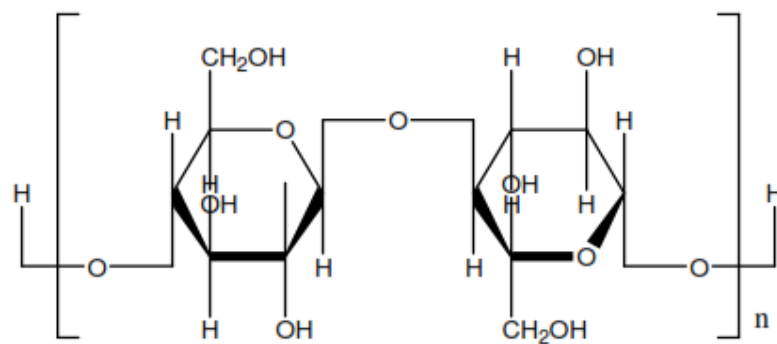
Produksi selulosa sekitar 100 milyar ton setiap tahunnya. Sebagian dihasilkan dalam bentuk selulosa murni seperti yang terdapat dalam rambut biji tanaman kapas. Namun paling banyak adalah yang berkombinasi dengan lignin dan polisakarida lain seperti hemiselulosa dalam dinding sel tumbuhan berkayu, baik pada kayu lunak dan keras, jerami atau bambu. Selain itu selulosa juga dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* secara ekstraseluler (Klemm dkk., 1998).

Selulosa adalah komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Lynd *et al*, 2002).

Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan  $\beta$ -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Bangun dasar selulosa berupa suatu selobiosa yaitu dimer dari glukosa. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya vander Waals (Perez *et al*, 2002). Selulosa mempunyai struktur rantai yang linier, sehingga kristal selulosa menjadi stabil. Polimer ini tidak larut dalam air meskipun bersifat hidrofilik. Hal ini disebabkan karena kristalinitas dan ikatan hidrogen intermolekuler antar gugushidroksil sangat tinggi. Selulosa hanya dapat



larut dengan pelarut yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan selulosa. Adanya ikatan hidrogen tersebut menyebabkan molekul selulosa mengalami pengembangan. Kemampuan mengembang akan semakin meningkat jika ikatan hidrogen yang terbentuk antara selulosa dengan pelarut semakin kuat. Selulosa membentuk kerangka yang dikelilingi oleh senyawa lain (Sjostrom, 1995). Struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur selulosa (Fessenden dan Fessenden, 1992)

Selulosa juga memiliki polimerisasi yang sangat kompleks dari gugus karbohidrat yang mempunyai persen komposisi yang mirip dengan starch yaitu glukosa yang terhidrolisa oleh asam. Rumus kimia selulosa yaitu  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , dimana  $n$  adalah jumlah dari pengulangan glukosa yang dinamakan derajat polimerisasi (DP). Derajat polimerisasi (DP) selulosa berkisar 7.000–10.000 glukosa. Kandungan dan struktur kimia selulosa antara kayu daun lebar dan kayu daun jarum relatif tidak berbeda. Satu-satunya yang membedakan hanya DP, dimana DP selulosa kayu daun jarum lebih tinggi dibandingkan kayu daun lebar (Syafii, 2000).

Sifat kimia selulosa adalah tahan terhadap alkali kuat (17,5% berat) tetapi dengan mudah terhidrolisis oleh asam menjadi gula yang larut air dan selulosa relatif tahan terhadap agen pengoksidasi dengan ketahanan panas serat selulosa adalah mencapai temperatur 211 - 280°C tergantung pada jenis seratnya (Suryanto, 2015).

### **2.2.3. Hemiselulose**

Hemiselulosa adalah struktur karbohidrat kompleks yang terdiri dari polimer yang berbeda seperti pentosa (seperti xilosa dan arabinosa), heksosa (seperti manosa, glukosa, dan galaktosa), dan asam gula. Hemiselulosa merupakan istilah umum bagi polisakarida yang larut dalam alkali. Rantai utama hemiselulosa dapat terdiri atas hanya satu jenis monomer (homopolimer), seperti xilan atau terdiri atas dua jenis atau lebih monomer (heteropolimer) seperti glukomanan. Selain itu rantai molekul hemiselulosa pun lebih pendek dibandingkan dengan selulosa (Hermiati *et al.*, 2010) karena hemiselulosa mempunyai derajat polimerisasi yang lebih rendah dari selulosa dengan derajat polimerisasi hanya 200.

Hemiselulosa memiliki kestabilan yang rendah terhadap bahan kimia dan pemanasan jika dibandingkan dengan selulosa. Hal tersebut terkait dengan kristalinitas dan derajat polimerisasi dari hemiselulosa yang rendah.

Hemiselulosa merupakan suatu kesatuan yang membangun komposisi serat dan mempunyai peranan penting karena bersifat hidrofilik sehingga berfungsi sebagai perekat antar selulosa yang menunjang kekuatan fisik serat (Anindyawati, 2009). Hemiselulosa berfungsi mendukung dalam dinding-dinding sel dan sebagai

perekat. Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel. Hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat (Suparjo, 2010).

#### **2.2.4. Biopellet**

Biopellet adalah jenis bahan bakar padat berbasis limbah biomassa yang memiliki ukuran lebih kecil dari briket (Windarwati, 2011). Bahan tambahan perekat tapioka dan sagu merupakan bahan yang sering digunakan dalam pembuatan biopellet karena mudah didapat, harganya pun relatif murah dan dapat menghasilkan kekuatan rekat kering yang tinggi. Penggunaan perekat tidak melebihi 5% karena semakin besar penambahan perekat, maka akan mengakibatkan bertambahnya kadar air pada biopellet. Hal ini akan mengurangi nilai pembakaran biopellet (Zamirza, 2009).

Menurut (Saptoadi 2006), proses pemampatan biomassa menjadi briket atau pelet dilakukan untuk :

1. Meningkatkan kerapatan energi bahan,
2. Meningkatkan kapasitas panas (kemampuan untuk menghasilkan panas dalam waktu lebih lama dan mencapai suhu yang lebih tinggi).
3. Mengurangi jumlah abu pada bahan bakar.

Pelet merupakan salah satu bentuk energi biomassa, yang diproduksi pertama kali di Swedia pada tahun 1980-an. Pelet digunakan sebagai pemanas ruang untuk

ruang skala 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 (NUTEK 1996; Jonsson 2006 dan Zamiraza, 2009 ). Pelet merupakan hasil pengempaan biomassa yang memiliki tekanan yang lebih besar jika dibandingkan dengan briket (60 kg/m<sup>3</sup>, kadar abu 1% dan kadar air kurang dari 10%) (El Bassam dan Maegaard 2004).

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 padat dan akan patah ketika mencapai panjang yang diinginkan (Ramsay 1982 dalam Zamiraza, 2009).

Adapun beberapa karakteristik yang ada pada biopelet, seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Karakteristik Biopelet

No.	Karakteristik Biopelet
1.	Kadar Air 15,06% - 17,26%
2.	Lama Keterbakaran 5,42 menit/ 200gr – 7,29 menit/ 200gr
3.	Nilai Kalor 4029 Kkal/kg – 4106 Kkal/kg

Sumber : (Andrian,2015)

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).

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 lainnya. Arsenik, karbon monoksida, sulfur, dan gas karbon dioksida merupakan sedikit polutan air dan udara yang dihasilkan oleh penggunaan minyak sebagai bahan bakar. Sistem pemanasan dengan pelet menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang rendah, karena jumlah CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan selama pembakaran setara dengan CO<sub>2</sub> yang diserap tanaman ketika tumbuh, sehingga tidak membahayakan lingkungan. Dengan efisiensi bakar yang tinggi, jenisemisi lain seperti NO<sub>x</sub> dan bahan organik yang mudah menguap juga dapat diturunkan. Masalah yang masih tersisa adalah emisi debu akibat peningkatan penggunaan sistem pemanasan dengan pelet.

## **2.7. Proses Densifikasi**

Proses densifikasi dilakukan pada bahan berbentuk curah atau memiliki sifat fisik yang tidak beraturan. Terdapat tiga tipe proses densifikasi, antara lain :*extruding*, *briquetting*, dan *pelleting*. Pada proses *extruding*, bahan dimampatkan menggunakan sebuah ulir (*screw*) atau piston yang melewati *dies* sehingga menghasilkan produk yang kompak dan padat. Proses *briquetting* menghasilkan produk berbentuk seperti tabung dengan ukuran diameter dan tinggi yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan. Proses *pelleting* terjadi karena adanya aliran bahan dari *roll* yang berputar disertai dengan tekanan menuju lubang-lubang *dies*

pencetak biopelet. Peletisasi merupakan proses pengeringan dan pembentukan biomassa dengan menggunakan tekanan tinggi untuk menghasilkan biomassa padat berbentuk silinder dengan diameter maksimum 25 mm. Proses peletisasi bertujuan untuk menghasilkan bahan bakar biomassa dengan volume yang secara signifikan lebih kecil dan densitas energi lebih tinggi, sehingga lebih efisien untuk proses penyimpanan, transportasi, dan konversi ke dalam bentuk energi listrik atau energi kimia lainnya (AEAT 2003).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2018 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### **3.2. Alat dan Bahan Penelitian**

Alat penelitian yang digunakan adalah, pencetakan pellet, ayakan 20 dan 40 mesh, satu set alat pembuatan briket termasuk dongkrak, neraca digital, stopwatch, *bomb calorimeter*, perangkat instrumen uji proksimat dan ultimate, satu set kerangka pembakaran (bangku kecil dari besi).

Bahan utama adalah serbuk gergaji kayu dan tapioka sebagai perekat. Serbuk kayu yang sudah diolah berupa serat/fiber.

#### **3.3. Prosedur Penelitian**

Dalam proses pembuatan pelet dari serbuk gergaji kayu dengan teknik densifikasi ada beberapa tahapan proses yang dilalui meliputi persiapan bahan baku, pencampuran perekat, pengempaan, pengeringan dan analisa hasil. Berikut persiapan yang perlu dilakukan sebelum penelitian dimulai

### **3.3.1. Persiapan Bahan Baku**

Persiapan bahan baku dimulai dari pencacahan serbuk kayu, penghalusan, pengeringan menggunakan panas matahari selama 1 – 3 hari, dan pengayakan dengan dua tahap pengayakan yaitu 20 mesh dan 60 mesh. Pemisahan serbuk kayu dibagi menjadi tiga jenis yaitu :

1. Halus (P1) Lolos ayakan 60 mesh
2. Sedang (P2) Lolos 20 mesh tidak lolos 60 mesh
3. Kasar (P3) Lolos 20 mesh
4. Campuran (P4) Tidak diayak

### **3.3.2. Pencampuran Perekat Tapioca**

Pencampuran bahan baku dengan perekat tapioka diberikan perbandingan 10, 15 & 20%. Pencampuran perekat tapioka ini bertujuan agar bahan baku menjadi padat dan mudah terbentuk.

### **3.3.3. Rancangan Percobaan**

Pada penelitian ini menggunakan rancangan RAL Faktorial,

Terdiri dari 2 faktorial dengan 3 kali ulangan:

1. Faktor 1: Ukuran partikel (4) halus, sedang, kasar, campuran.
2. Faktor 2: Kadar tapioka (3), 10, 15, 20%.

### **3.3.3. Pencetakan Pellet**

Dikempa menggunakan alat pencetak yang berbentuk silinder pejal. Serbuk kayu yang sudah dicampurkan dengan perekat tapioka, selanjutnya dicetak dengan



menggunakan silinder cetak berdiameter 0,8 cm. Pada tekanan 5 ton dan waktu penekan 20 menit.

### 3.4. Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk pellet, parameter yang akan diamati diberikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter yang diamati bahan dan produk.

Parameter	Bahan Baku	Produk
Berat Jenis	√	√
Kadar Air	√	√
Nilai Kalori	√	√
Kadar Abu	√	√
Kekuatan	<b>X</b>	√
Selulosa	√	<b>X</b>
Hemiselulosa	√	<b>X</b>
Lignin	√	<b>X</b>
Hidropobicity	<b>X</b>	√

#### 3.4.1. Massa Jenis

Penerapan berat jenis dilakukan dengan mengambil 100 gram sampel ditimbang agar diketahui berat dan ukur volume kemudian dimasukkan dalam wadah (gelas ukur) sehingga diketahui volumenya. 1 batang pellet diukur diameter (D), panjang (L) dan beratnya (W) densitas menunjukkan perbandingan antara berat dan volume bahan bakar padat. Densitas berpengaruh terhadap kualitas bahan bakar padat, karena densitas yang tinggi dapat meningkatkan nilai kalor bahan bakar

padat. Besar dan kecilnya densitas bahan bakar padat dipengaruhi oleh tekanan kempa, ukuran dan kehomogenan penyusun bahan bakar padat itu sendiri. Satuan dari densitas adalah kg/L. Cara mengukur densitas dilakukan dengan mengambil 1 gram sampel ditimbang agar diketahui berat dan ukur volumenya.

Nilai densitas dihitung menggunakan rumus :

$$BJ = \frac{Massa}{volume} = \frac{kg}{L} \dots\dots\dots(1)$$

### 3.4.2. Kadar Air

Penetapan kadar air dilakukan dengan mengambil 1 gram sampel dan diletakkan dalam cawan porselen dengan bobot yang sudah diketahui. Kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 selama 24 jam sampai kadar air konstan. Kemudian didinginkan kedalam desikator sampai suhu stabil dan timbang, kadar air dihitung dengan rumus:

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

Dimana:

BB = berat bahan sebelum dioven

BK = berat setelah dioven

### 3.4.3. Nilai kalor

Nilai Kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh satu gram bahan bakar dengan meningkatkan temperature satu gram air dengan satuan kalori. Penetapan nilai kalor dimaksudkan untuk mengetahui nilai panas

pembakaran. Semakin tinggi nilai kalor pellet maka akan semakin baik pula kualitasnya. Nilai kalor memiliki satuan MJ/kg

#### **3.4.4. Kadar Abu**

Kadar air adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam pellet dengan berat kering pellet. Kadar air yang tinggi akan berakibat semakin lama bahan bakar tersebut terbakar dan membutuhkan energi yang besar, biomassa yang memiliki kadar air rendah dapat disimpan dalam waktu yang lama.

$$\text{Kadar Air} = \frac{(x-y)}{y} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

x = berat contoh sebelum diabukan.

y = berat contoh setelah diabukan.

#### **3.4.5. Uji Banting**

Adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan dan kekuatan pellet ketika disimpan atau dalam pengangkutan. Uji banting didapatkan dari hasil uji pellet yang dijatuhkan dari ketinggian 1,5 meter. Setelah di jatuhkan pellet diamati dan ditimbang kembali. Untuk mengetahui nilai uji banting maka dilakukan perbandingan bobot pellet setelah dibanting dengan berat pellet sebelum di banting. Kemudian diamati perubahan fisik pellet. Pellet yang baik apabila tidak terjadi perubahan bobot ketika dilakukan uji banting.

#### **3.4.6. Hidropobicity**

Hidropobicity produk ini akan diukur dan di rendam dalam air dan diamati berapa lama waktu yang diperlukan sehingga pellet rontok.

### **3.4.7. Analisis Data**

Data yang didapat dari parameter akan dianalisis menggunakan aplikasi *Microsoft Office Excel* yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Limbah serbuk gergaji kayu dapat dimanfaatkan menjadi biopellet bahan bakar alternatif, yang memiliki sifat berat jenis  $1,0280\text{g/cm}^3 - 1,0857\text{g/cm}^3$  dan nilai kalor 17,59-18,58MJ/KJ
2. Pengaruh faktor perlakuan partikel signifikan terhadap Berat Jenis, Kadar Air, Kadar Abu, Nilai Kalor, Energi Density, Durability Index, Weight Loss .
3. Pengaruh faktor perlakuan perekat signifikan terhadap kadar Abu pellet
4. Berdasar nilai dari DI dan hidropobicity maka kombinasi perlakuan yang menghasilkan pellet terbaik adalah serbuk halus (P1) dengan perekat 10% (F1)

### 5.2. Saran

Untuk mendapatkan biopellet yang memenuhi standar Standar Nasional Indonesia dapat dipilih bahan baku dengan potensi nilai kalor yang lebih tinggi dan kadar abu rendah. Jenis bahan perekat untuk menghasilkan berat jenis yang lebih besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adapa dkk dalam Winata, A. 2013. Karakteristik Biopelet Dari Campuran Serbuk Kayu Sengon Dengan Arang Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. Skripsi Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bassam EL dan Maegaard. Uji Kinerja Rotary Dryer Berdasarkan Efisiensi Termal Pengeringan Serbuk Kayu untuk Pembuatan Biopelet. *Jurnal Teknik Kimia No. 21(2), April 2015*.
- Bismarck, A., Mishra, S., Lampke, T. 2005. *Plant Fibers as Reinforcement for Green Composites*. In: Mohanty, A.K., Misra, M., and Drzal, L.T. (Ed.), *Natural Fibers, Biopolymer, and Biocomposites*. CRC Press Taylor and Francis group, Boca Raton.
- Bhattacharya dan Yamada. 1996. *Biomassa Dengan Densitas Rendah*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Produk sibuah-buahan di Indonesia 2010-2014*. [http://www.pertanian.go.id/ap\\_pages/mod/datahorti](http://www.pertanian.go.id/ap_pages/mod/datahorti). Diakses pada 1 Juni 2018.
- Batubara, Winarno 2013. Pengaruh Gaji, Upah dan Tunjangan Karyawan terhadap Kinerja Karyawan pada PT. XYZ. *Jurnal Teknik Industri FT USU*. Volume 3(5): Medan: Universitas Sumantra Utara.
- Choi dan Kim, 2010. *Comprehensive Cellulose Chemistry*. Volume I. Wiley-VCH, New York.
- Danuwirapura. 2009. *Mempelajari Pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar Air Tepung Jagung Serta Kecepatan Ulir Ekstruder Terhadap Karakteristik Snack Ekstrusi*. Skripsi. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Darmawan 2000 Kandungan Kadar Abu Terhadap Serbuk Gergajian Pada Biomassa (Skripsi) Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S., 1992, *Kimia Organik Jilid 2*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hadiwiyoto. 2009. *Serbuk Kayu*. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hardjon. 2001. Minyak Tanah Sebagai Sumber Energi. *Jurnal Berita Selulosa* 44(1): 49-56.
- Hermiati, E., D. Mangunwidjaja, T.C. Sunarti, O. Suparnodan B. Prasetya.. 2010. Pemanfaatan Biomassa Lignin selulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian* 29(4):121-130.
- Hendra 2012 *Rekayasa pembuatan mesin pellet kayu dan pengujian hasilnya*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 30 (2): 144 – 154.
- Hilal, N. 2017. *Pembuatan Arang Briket dari Serbuk Gergaji Dengan Proses Pengepresan*. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Kalimantan Barat. Pontianak
- Klemm. 2007. Pemanfaatan Limbah Kayu Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Papan Partikel. *Traksi*, Vol. 5 (1), 26 – 34.
- Kong GT. 2010. *Peran Biomassa Bagi Energi Terbarukan*. Jakarta (ID): Elex Media Komputindo.
- Khailil, 1999 *Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit (Elaeis guineensis jacq.) dan Serbuk Kayu Mahoni sebagai Bahan Baku Biopellet (skripsi)*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Lynd, L.R., Weimer, P.J., Van, W.H., dan Pretorius, I.S. 2002. Microbial Cellulosa Utilization: Fundamentals And Biotechnology. *J. of Int Microbiology and Molecular Biology Reviews* 66:506-577.
- Masturin 2002 slam Santosa dkk, 2010 Pemanfaatan Limbah Kayu Mahang (Macaranga sp) Dari Industri Penggergajian Kayu Sebagai Bahan Pembuatan Cuka Kayu (Wood Vinegar). /jurnal Penelitian. /Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Riau.
- Ningrum, K dan Munawar. 2014. Pembuatan Biopellet dari Bungkil Jarak Pagar (Jathropacurcas L.) Dengan Penambahan Sludge dan Perikat Tapioka, (Skripsi). Fakultas Pertanian Teknologi Pertanian IPB. Bogor

- Nugrahaeni, 2008 *Pemanfaatan Limbah Gergajian Kayu (Elaeis guineensis jacq.) dan Serbuk Kayu Mahoni sebagai Bahan Baku Biopellet (skripsi)*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pari. 2004. Kajian struktur arang aktif dari serbuk gergaji kayu sebagai adsorben emisi formaldehida kayu lapis [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Prananta J. 2007. Pemanfaatan sabut dan tempurung kelapa serta cangkang sawit untuk pembuatan asap cair sebagai pengawet makanan alami [skripsi]. Aceh (ID): Universitas Malikusaleh Lhokseumawe.
- Passalacqua, F. dan Zaetta. 2004. Pellets In Southern Europe. The State Of The Art Of Pellets Utilisation In Southern Europe. New Perspectives Of Pellets From Agri-Residues. 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 10-14 May 2004, Rome, Italy.
- Perez, J., J. Munoz, T. Rubia, and J. Martinez. 2002. Biodegradation and Biological Treatments Of Cellulose, Hemicelluloses And Lignin: An Overview. *J. of Int Microbiol* 5:53-63.
- Rahman, 2012 *Pengaruh Suhu dan Macam Suhu Terhadap Mutu Yoghurt Selama Penyimpanan*. hal 755-760. dalam Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Bogor
- Saputro, D.D., Widayat, W., Rusiyanto, Saptoadi, Hdan Fauzun. 2012. Karakterisasi Briket Dari Limbah Pengolahan Kayu Sengondong dengan Metode Cetak Panas. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III. Yogyakarta.
- Schlegel, H. G. and K. Schmidt. (1994). *Microbiology Six Edition*. (Terjemahan Mikrobiologi Umum edisi Keenam. Diterjemahkan Oleh Tedjo Baskoro). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Setyawati. 2003. *Kayu Sawit Sebagai Substitusi Kayu dari Hutan Alam*. Forum Komunikasi Teknologi dan Industri Kayu Vol 2 (1).
- Sjostrom, E. 1995. *Kimia Kayu dan Dasar-Dasar Penggunaan*. Edisi 2 Terjemahan Hardjono Sastrohamidjojo. UGM Press, Yogyakarta.
- Suryanto, H. 2015. *Thermal Degradation of Mendong Fiber*. In: *6th International Conference on Green Technology*. Prosiding. Universitas Islam Negeri Malang, Malang, pp. 306–309.



- Syafii, W. 2000. Sifat Pulp Daun Kayu Lebar dengan Proses Organosolv. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 10(2):54-55.
- Windarwari. 2011. Uji Kinerja Rotary Dryer berdasarkan Efisiensi Termal Pengeringan Serbuk Kayu untuk Pembuatan Biopellet. *Jurnal Teknik Kimia* No. 2, Vol. 21, April 2011.
- Winarni, 2003 *Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu Meranti dan Arang Kayu Galam. J. Riset Industri Hasil Hutan* 3(2): 37-42.
- World Coal Statistic. 2009. *Majalah Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara. Warta Minerba Edisi XIX* 2014.
- Yamada K, M. Kanada, Q. Wang, K. Sakamoto, I. Uchiyama, T. Mizoguchi dan Y. Zhou. 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*-3671.
- Yakin, S. 2014. Penamfaatan Limbah Serbuk Gergajian Sebagai Bahan Wood Pellet. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning. Pekanbaru