

**PENGARUH TEKANAN TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPELET
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)**

Skripsi

Oleh

AZIZA PUTRI UTAMI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRACT

EFFECT OF PRESSURE ON THE CHARACTERISTICS OF OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH BIOPELLET OIL PALM EMPTY

By

AZIZA PUTRI UTAMI

Oil palm empty fruit bunches (OPEFB) are palm oil processing factory waste that has the potential to be used as material for making solid fuel in the form of pellets. This study aims to determine the effect of pressure on the characteristics of biopelets from OPEFB, the effect of pressing time on the characteristics of biopelets from OPEFB, the effect of the interaction of pressure and duration of suppression on the characteristics of EFB biopelets, the optimal pressure and duration of pressing for pellet making from OPEFB. The research was conducted by printing pellets using OPEFB particle material measuring <0.6 mm with pressure variations of 0.5, 1, 2, and 3 tons and pressing time of 9, 60, and 180 seconds. Printing is done using a hydraulic type pellet press. Pellet characteristics were evaluated from water content, ash content, volatile content, density, specific gravity of kamba, pellet color, pellet strength and water absorption from pellets. Analysis of variance (ANOVA) was carried out to see the effect of treatment on pellet characteristic parameters. If there is a difference then continue with BNT test at significance level = 5%. Pressure affects the ash content, volatile content and density of OPEFB biomass pellets. The time of pressing affects the color of the OPEFB biomass pellet. The interaction of the effect of pressure and the duration of pressing has an effect on the density of OPEFB biomass pellets. Based on density, the optimal treatment is T0 pressure (0.5 Ton) and 180 seconds of suppression.

Keywords: pellet, OPEFB, pressure, water absorption, strength

ABSTRAK

PENGARUH TEKANAN TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPELET TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)

Oleh

AZIZA PUTRI UTAMI

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah pabrik pengolahan kelapa sawit yang sangat potensial untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan bahan bakar padat berupa pelet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan terhadap karakteristik biopelet dari TKKS, pengaruh lama penekanan terhadap karakteristik biopelet dari TKKS, pengaruh interaksi tekanan dan lama penekanan terhadap karakteristik biopelet TKKS, tekanan dan lama penekanan yang optimal untuk pembuatan pelet dari TKKS. Penelitian dilakukan dengan mencetak pelet menggunakan bahan partikel TKKS berukuran <0,6 mm dengan variasi tekanan 0,5, 1, 2, dan 3 ton dan lama penekanan 9, 60, dan 180 detik. Pencetakan dikerjakan menggunakan alat pencetak pelet tipe hidrolik. Karakteristik pelet dievaluasi dari kadar air, kadar abu, kadar volatil, masa jenis, berat jenis kamba, warna pellet, kekuatan pelet dan daya serap air dari pelet. Analisis variansi (ANOVA) dilakukan untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap parameter karakteristik pelet. Jika terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$. Tekanan berpengaruh terhadap kadar abu, kadar volatil dan massa jenis pelet biomassa TKKS. Lama penekanan berpengaruh terhadap warna pelet biomassa TKKS. Interaksi tekanan dan lama penekanan berpengaruh terhadap massa jenis pelet biomassa TKKS. Berdasarkan massa jenis atau densitas, maka perlakuan yang optimal adalah tekanan T0 (0,5 Ton) dan lama penekanan 180 detik.

Kata kunci: pelet, TKKS, tekanan, daya serap air, kekuatan

**PENGARUH TEKANAN TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPELET
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)**

Oleh

AZIZA PUTRI UTAMI

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **PENGARUH TEKANAN TERHADAP
KARAKTERISTIK BIOPELET TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)**

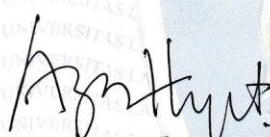
Nama : **Aziza Putri Utami**


NPM : **1414071017**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

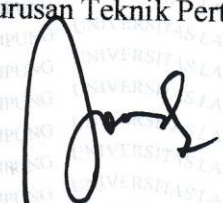
Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI
1. Komisi Pembimbing


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


Ir. Sri Waluyo, S. T. P., Si., Ph. D., IPU
NIP. 197203111997031002

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

: **Ir. Sri Waluyo, S. T. P., Si., Ph. D., IPU**

Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.**

2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **04 Desember 2021**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya **Aziza Putri Utami** NPM **1414071017**, dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam Karya Ilmiah ini adalah hasil Karya Ilmiah saya yang di bimbing oleh komisi pembimbing 1) **Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.** dan 2) **Ir. Sri Waluyo, S. T. P., Si., Ph. D., IPU** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya Ilmiah ini berisikan material yang saya buat sendiri, serta bimbingan dari para dosen pembimbing serta hasil rujukan beberapa sumber lain (Buku, Jurnal, Skripsi, Makalah, Dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat dari karya orang lain.

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

Bandar Lampung, 14 Desember 2021
Yang Membuat Pernyataan



Aziza Putri Utami
NPM. 1414071017

RIWAYAT HIDUP



Aziza Putri Utami, lahir di Palembang pada tanggal 18 Oktober 1995. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan dari Bapak Abdul Azis dan Ibu Eliza (almh). Penulis menyelesaikan pendidikan pertama di Sekolah Taman Kanak-kanak Al-Azhar 7 Hajimena selama satu tahun, di Sekolah Dasar SD N 2 Hajimena selama enam tahun. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP N 1 Natar, disana penulis menempuh pendidikan selama tiga tahun. Setelah itu melanjutkan pendidikan di SMA N 1 Natar dan lulus pada tahun 2013.

Pada tahun 2014, penulis diterima sebagai Mahasiswi Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur PMPAP. Selama masa perkuliahan penulis aktif mengikuti Organisasi di kampus, penulis tergabung dalam Persatuan Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian (PERMATEP).

Pada bulan Januari 2018 sampai dengan bulan Maret 2018 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode pertama di Desa Gunung Agung Kecamatan Gunung Terang Kabupaten Tulang Bawang Barat selama 40 hari sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat.

MOTTO

“Jangan menuntut Tuhanmu karena tertundanya keinginanmu, tapi menuntut dirimu karena menunda adabmu kepada Allah”
(Ibnu Atha’illa As-Sakandari)

“Belajarlh dari kemarin, hiduplah untuk hari ini, berharaplah untuk besok. Yang paling penting adalah tidak berhenti untuk bertanya”
(Albert Einstein)

“Saat do’amu belum terkabul, percayalah bahwa Tuhan sedang mempersiapkan yang terbaik untukmu”

“Jangan hanya melihat pada kesuksesan seseorang. Namun lihatlah bagaimana dia memperjuangkannya. Tetap semangat ya”

“Bekerja keraslah ketika yang lain sedang bermain-main. Maka nanti kamu bisa bermain-main ketika yang lainnya terpaksa harus bekerja keras. Dan jangan bandingkan prosesmu dengan orang lain karena tak semua bunga tumbuh dan mekar bersamaan.”

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, rahmat, dan hidayah sehingga penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar kesarjanaan. Walaupun jauh dari kata sempurna, namun penulis bangga telah mencapai titik ini. Dengan penuh ketulusan hati, skripsi ini saya persembahkan untuk:

Kedua Orang Tuaku

Bapak dan Ibu yang telah membesarkanku, mendidik dan membimbingku. Terimakasih atas doa, semangat, motivasi, pengorbanan, nasehat serta kasih sayang yang tidak pernah henti sampai saat ini.

Keluarga Besar dan Orang Terdekatku

Terimakasih untuk segala bentuk dukungan, doa, motivasi, saran dan semangatnya dalam mengerjakan skripsi ini.

Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji yang Sangat Berjasa

Terimakasih sudah membimbing serta memberi masukan dan saran selama ini, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Serta Almamater Tercinta

Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini. Sholawat teriring salam semoga selalu tercurah kepada syuri tauladan Nabi Muhammad SAW dan keluarga serta para sahabatnya. Aamiin.

Skripsi yang berjudul **“PENGARUH TEKANAN TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPELET TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)”** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Universitas Lampung. Penulis memahami dalam penyusunan skripsi ini begitu banyak cobaan, suka dan duka yang dihadapi, namun berkat ketulusan doa, semangat, bimbingan, motivasi, dan dukungan orang tua serta berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini.
2. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku pembimbing pertama yang telah memberikan berbagai masukan, bimbingan, saran dan motivasinya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ir. Sri Waluyo, S. T. P., M. Si., Ph. D., IPU, selaku pembimbing kedua sekaligus pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasinya dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M. Sc., selaku pembahas yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasinya dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku ketua jurusan dan pembahas yang telah memberikan saran, masukan, dan membantu administrasi dalam penyelesaian dan perbaikan selama penyusunan skripsi ini.

6. Bapak, ibu, adik dan teman -teman tercinta yang telah memberikan kasih sayang, dukungan moral, material dan doa.

Penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan bahkan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih, dan penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 13 Desember 2021

Penulis,

Aziza Putri Utami

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kelapa Sawit.....	4
2.2. Industri Pengolahan Kelapa Sawit.....	5
2.3. Hasil Pengolahan Kelapa Sawit.....	7
2.4. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	8
2.5. Biopellet TKKS	11
III. METODOLOGI	13
3.1. Waktu dan Tempat.....	13
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	13
3.3. Prosedur Penelitian	13
3.3.1. Rancangan Percobaan	13
3.3.2. Persiapan Bahan Baku	14
3.3.3. Penggilingan	14
3.3.4. Pencetakan Pellet	15
3.3.5. Pemberian Tekanan	15

3.3.6. Variasi Waktu Penekanan.....	15
3.3.7. Pengujian Pelet	15
3.4. Parameter Pengamatan	17
3.4.1. Kadar air	17
3.4.2. Absorptivitas Air / Daya Serap Air	17
3.4.3. Kadar Abu.....	17
3.4.4. Kadar Volatile Solid	18
3.4.5. Uji Kekuatan	18
3.4.6. Massa Jenis	18
3.4.7. Bulk Density	19
3.4.8. Analisis Warna.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Kadar Air	20
4.2. Kadar Abu	21
4.3. Kadar Volatile.....	23
4.4. Uji Kekuatan.....	24
4.5. Massa Jenis	26
4.6. Bulk Density	27
4.7. Analisis Warna	28
4.8. Daya Serap Air	30
V. KESIMPULAN	32
5.1. Kesimpulan.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Produksi Minyak Kelapa Sawit.....	6
2. Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit	10
3. Tabel Kombinasi Perlakuan dalam Percobaan.....	14
4. Uji Anova Kadar Air Pelet Biomassa TKKS.....	21
5. Uji Anova Kadar Abu Pelet Biomassa TKKS	22
6. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kadar Abu Pelet Biomassa TKKS	23
7. Uji Anova Kadar Volatile Pelet Biomassa TKKS.	24
8. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kadar Volatile Pelet Biomassa TKKS	24
9. Uji Anova Analisis Kekuatan Pelet Biomassa TKKS.	25
10. Uji Anova Massa jenis Pelet Biomassa TKKS.	26
11. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% Massa Jenis Pelet Biomassa TKKS	26
12. Uji Anova Warna Pelet Biomassa TKKS	29
13. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Warna Pelet Biomassa TKKS	29
14. Kadar Air Pellet.....	37
15. Kadar Abu Pellet.....	38
16. Uji Kekuatan Pellet	39
17. Massa Jenis Pellet	40
18. Bulk Density	41
19. Analisis Warna	42
20. Daya Serap Air.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Industri Kelapa Sawit.....	5
2. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).....	9
3. Diagram Alir Percobaan.....	16
4. Kadar Air Pelet TKKS.....	20
5. Kadar Abu Pelet TKKS.....	22
6. Kadar Volatile Pelet TKKS.....	23
7. Susut Bobot Pelet TKKS.....	25
8. Massa Jenis Pelet TKKS.....	27
9. Grafik Bulk Density Pellet TKKS.....	28
10. Grafik Warna (ΔE) Total Pellet TKKS.....	29
11. Perubahan berat pelet yang dicetak dengan lama waktu kompresi 9 detik.....	30
12. Perubahan berat pelet yang dicetak dengan lama waktu kompresi 60 detik... 30	
13. Perubahan berat pelet yang dicetak dengan lama waktu kompresi 180 detik. 31	
14. Suhu dan RH Ruang Daya Serap Air.....	31
15. Bahan Yang Telah Digiling.....	44
16. Pengayakan Bahan TKKS.....	44
17. Penimbangan Bahan Sebelum Dikempa.....	45
18. Alat Pencetak Hidrolik.....	45
19. Proses Pengempaan.....	46
20. Tekanan Yang Diberikan.....	46
21. Hasil Pencetakan.....	47
22. Pengujian Warna Pellet TKKS.....	47
23. Kadar Air.....	48
24. Abu Pellet TKKS.....	48

25. Pengukuran Bulk Density	49
26. Pengukuran Daya Serap Air	49

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guinensis*) merupakan tanaman perkebunan dan menempati posisi terpenting dalam sektor pertanian., Hhal ini karena dibandingkan dengan tanaman penghasil minyak atau penghasil lemak lainnya, kelapa sawit dapat menghasilkan nilai ekonomis terbesar per hektar. Dalam kegiatan industri minyak sawit, produk utamanya adalah minyak sawit atau Crude Palm Oil (CPO) dan minyak inti sawit atau Palm Kernell Oil (PKO). Produk sampingnya yaitu pelepah daun, daun, serabut, tandan kosong, cangkang, dan limbah cair. Prospek pasar bagi olahan kelapa sawit cukup menjanjikan, karena permintaan dari setiap tahun mengalami peningkatan yang cukup besar, tidak hanya di dalam negeri, tetapi juga di luar negeri (Ulfah 2018).

Menurut data Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian (2019), Indonesia merupakan negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia dengan total produksi kelapa sawit yaitu 42.869.429 ton pada tahun 2019 dengan luas area 14.677.560 hektar yang tersebar dari pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan dan sebagian pulau Sulawesi dan Papua. Dalam proses pengolahan kelapa sawit terdapat produk samping yang memiliki ketersediaan cukup tinggi yaitu tandan kosong kelapa sawit. TKKS merupakan limbah padat yang berasal dari proses pengolahan industri kelapa sawit. Dalam setiap pengolahan setiap ton tandan buah akan dihasilkan tandan kosong kelapa sawit sebanyak 21 – 23 %.

TKKS telah digunakan sebagai pupuk organik atau diaplikasikan pada perkebunan kelapa sawit (lahan). Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik yang mengandung unsur

hara yang dibutuhkan oleh tanah dan tanaman. Penggunaan TKKS sebagai pupuk organik.

dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Pemanfaatan secara langsung ialah dengan menggunakan TKKS sebagai mulsa. Sedangkan secara tidak langsung dengan mengomposkan TKKS terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai pupuk organik (Widiastuti dan Panji, 2010). Namun pemanfaatan TKKS secara langsung ke lahan tidak dapat diterapkan oleh pabrik pengolahan kelapa sawit yang tidak memiliki lahan perkebunan, sehingga perlu menggunakan TKKS sebagai produk yang memiliki nilai ekonomis lebih tinggi. Salah satu metode pengolahan TKKS adalah dengan mengolah TKKS menjadi biopellet dengan metode densifikasi.

Kandungan lignin yang tinggi menyebabkan tandan kosong digunakan sebagai bahan bakar padat. Namun, metode pembuatan ini harus dengan adanya pemurnian lignin yang ada dalam hemiselulosa. Oleh karena itu dengan pencetakan sebagai pelet dan pemberian panas yang cukup tinggi atau torefaksi tandan kosong dapat digunakan menjadi bahan bakar alternatif.

Memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit sebagai sumber energi berupa biomassa padat (seperti pelet). Selain memberikan manfaat ekonomi, juga memberikan kontribusi terhadap perlindungan lingkungan. Sebagai biomassa lignoselulosa, TKKS dapat dibuat menjadi arang melalui proses yang relatif sederhana. Agar dapat digunakan sebagai biomassa padat, TKKS perlu diolah lebih lanjut menjadi pelet untuk meningkatkan kepadatannya dan membentuk bentuk yang teratur (TKKS juga menghasilkan abu yang sangat sedikit, sehingga apabila dijadikan pelet, maka abu yang dihasilkan semakin sedikit dan tidak mencemari lingkungan (Mulia, 2007).

Menurut Laksana (2018), tekanan dan ukuran partikel mempengaruhi karakteristik biopellet. Biopellet TKKS memiliki densitas 0,97 atau 6 kali lebih besar dari TKKS yang masih utuh. Nilai kepadatan tandan kosong kelapa sawit sangat rendah. Nilai kepadatan yang rendah mengakibatkan biaya transportasi yang tinggi dan membutuhkan ruang penyimpanan yang besar, sehingga sulit untuk ditangani. Densitas yang rendah menyebabkan nilai kalor (MJ/kg) menjadi

rendah. Nilai kalor yang rendah, sehingga akan mempengaruhi terhadap rendahnya densitas energi pada tandan kosong kelapa sawit. Untuk meningkatkan nilai densitas TKKS agar dapat dijadikan pelet maka perlu diadakannya proses densifikasi. Proses densifikasi merupakan proses densifikasi biomassa dengan cara menekan (pressing), sehingga terjadi peningkatan massa jenis atau densitas energi potensial energi.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh tekanan terhadap karakteristik biopelet dari TKKS.
2. Mengetahui pengaruh lama penekanan terhadap karakteristik biopelet dari TKKS.
3. Mengetahui pengaruh interaksi tekanan dan lama penekanan terhadap karakteristik biopelet TKKS.
4. Mengetahui tekanan dan lama penekanan yang optimal untuk pembuatan pellet dari TKKS.

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah untuk memberikan informasi bahwa dalam proses produksi biopelet TKKS diperlukan besaran tekanan yang tepat agar energi yang digunakan dalam produksi biopelet tidak berlebihan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jacq) berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Namun beberapa orang mengklaim bahwa kelapa sawit berasal dari Amerika Selatan yaitu Brazil, karena lebih banyak jenis kelapa sawit yang ditemukan di hutan Brazil daripada di Afrika. Padahal, tanaman kelapa sawit banyak dijumpai di daerah adat seperti Malaysia, Indonesia, Thailand dan Papua Nugini. Tanaman kelapa sawit memiliki arti penting bagi perkembangan perkebunan nasional. Selain dapat menciptakan lapangan kerja dan membawa manfaat bagi masyarakat, kelapa sawit juga menjadi sumber devisa negara, Indonesia merupakan salah satu penghasil utama kelapa sawit (Fauzi et al., 2008).

Tanaman kelapa sawit dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu bagian vegetatif dan bagian generatif. Bagian vegetatif kelapa sawit meliputi akar, batang, dan daun, sedangkan bagian generatif yang merupakan alat perkembangbiakan terdiri dari bunga dan buah (Fauzi et al., 2008).

Tanaman kelapa sawit berkembang biak dengan biji dan akan berkecambah untuk selanjutnya tumbuh menjadi tanaman. Susunan buah kelapa sawit dari lapisan luar sebagai berikut:

1. Kulit buah yang licin dan keras (epicarp).
2. Daging buah (mesocarp) terdiri atas susunan serabut (fibre) dan mengandung minyak.
3. Kulit biji (cangkang/tempurung), berwarna hitam dan keras (endocarp).
4. Daging biji (mesoperm), berwarna putih dan mengandung minyak.
5. Lembaga (embrio).

Lembaga yang keluar dari kulit biji akan berkembang ke dua arah:

1. Arah tegak lurus ke atas (fototrophy), disebut plumula yang selanjutnya akan menjadi batang dan daun kelapa sawit.
2. Arah tegak lurus ke bawah (geotrophy), disebut radikula yang selanjutnya akan menjadi akar.

2.2. Industri Pengolahan Kelapa Sawit

Industri minyak kelapa sawit (Gambar 1) merupakan salah satu industri strategis, karena berhubungan dengan sektor pertanian (agro-based industry) yang banyak berkembang di negara--negara tropis seperti Indonesia, Malaysia dan Thailand (Departemen Perindustrian, 2007).



Gambar 1. Industri Kelapa Sawit.

(Sumber: Pusat Informasi Kelapa Sawit, 2012)

Indonesia merupakan penghasil komoditas kelapa sawit terbesar di dunia, yakni sekitar 25 juta ton per-tahun, memiliki potensi industri kelapa sawit yang kian prospektif (Gambar 1). Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman yang menduduki posisi penting di sektor pertanian dan perkebunan. Hal ini disebabkan dari berbagai tanaman yang menghasilkan minyak atau lemak, kelapa sawit menghasilkan nilai ekonomi terbesar per hektarnya di dunia (Nasution, 2014). Luas Areal dan Produksi Kelapa Sawit di Provinsi Lampung tahun 2017 adalah 224.175 hektar. Produksi kelapa sawit Provinsi Lampung adalah 490.985

ton. Setiap produksi kelapa sawit menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit 23%, cangkang 8%, serat 12%, dan limbah cair 66%. Kandungan utama TKKS adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin.

Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian (2017) melaporkan bahwa capaian peningkatan produksi komoditas kelapa sawit pada tahun 2015 sebesar 31,1 juta ton meningkat menjadi 32,5 juta ton pada tahun 2016 atau meningkat sebesar 4,68%. Pada tahun 2017, luas areal kelapa sawit Indonesia 12,3 juta ha yang terdiri dari perkebunan rakyat (PR) seluas 4,75 juta ha (40,28%), perkebunan besar swasta (PBS) seluas 6,79 juta ha (53,12%) dan perkebunan besar negara (PBN) seluas 0,75 juta ha (6,61%). Produksi minyak sawit pada tahun 2017 mencapai 35,35 juta ton dengan produktivitas rata-rata sebesar 3.855 kg CPO per ha. Sentra produksi kelapa sawit Indonesia terutama berasal dari enam provinsi sentra produksi yang memberikan kontribusi rata-rata produksi pada tahun 2013-2017 sebesar 26,07 juta ton per tahun (73,73%) terhadap total produksi kelapa sawit Indonesia sebesar 35,35 juta ton. Provinsi Riau (23,80%), Sumatera Utara (16,28%), Kalimantan Tengah (11,04%), Sumatera Selatan (9,60 %), Kalimantan Barat (6,88%) dan Jambi (6,13%) merupakan provinsi penghasil kelapa sawit di Indonesia. Rata rata produksi kelapa sawit menurut provinsi penghasil utama kelapa sawit pada periode tahun 2013-2017 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi Minyak Kelapa Sawit

Provinsi	Produksi (ton)	Share (%)	Kumulatif (%)
Riau	7.482.522	23,80	23,80
Sumatera Utara	5.118.688	16,28	40,08
Kalimantan Tengah	3.472.574	11,04	51,12
Sumatera Selatan	3.018.745	9,60	60,73
Kalimantan Barat	2.162.086	6,88	67,60
Jambi	1.927.748	6,13	73,73
Lainya	7.779.194	26,31	100,00
Indonesia	31.440.915	100,00	100,00

Sumber: Ditjenbun (2017)

2.3. Hasil Pengolahan Kelapa Sawit

Menurut Darmosarkoro dan Rahutomo (2000), secara umum hasil pengolahan kelapa sawit dibedakan ke dalam 3 kategori, yaitu:

1. CPO (Crude Palm Oil). CPO setelah melalui proses pemurnian akan menghasilkan minyak kelapa sawit dan berbagai produk sampingan yang antara lain: margarine, shortening, Vanaspati (Vegetable ghee), Ice creams, Bakery Fats, Instans Noodle, Sabun dan Detergent, Cocoa Butter Extender, Chocolate dan Coatings, Specialty Fats, Dry Soap Mixes, Sugar Confectionary, Biskuit Cream Fats, Filled Milk, Lubrication, Textiles Oils dan Bio Diesel.
2. PKO (Palm Kernel Oil). PKO juga merupakan bahan baku minyak kelapa sawit yang disebut dengan istilah minyak inti sawit. Selain menghasilkan minyak inti sawit PKO juga mempunyai produk sampingan yang antara lain: Shortening, Cocoa Butter Substitute, Specialty Fats, Ice Cream, Coffee Whitener/Cream, Sugar Confectionary, Biscuit Cream Fats, Filled Mild, Imitation Cream, Sabun dan Detergent, Shampoo dan Kosmetik.
3. Oleochemicals kelapa sawit. Dari produk turunan minyak kelapa sawit dalam bentuk oleochemical dapat dihasilkan methyl esters, plastic, textile Processing, Metal Processing, Lubricants, Emulsifiers, Detergent, Glicerine, Cosmetic, Explosives, Pharmaceutical Products dan Food Protective Coatings.
4. Limbah Kelapa Sawit Limbah industri kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan pada saat proses pengolahan kelapa sawit. Limbah jenis ini digolongkan dalam dua jenis yaitu 14 limbah cair dan limbah padat. Limbah jenis ini digolongkan dalam dua jenis yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif berupa biogas. Hal ini dikarenakan limbah cair kelapa sawit memiliki kandungan gas methan dan karbon dioksida yang merupakan bahan baku utama pembuatan biogas. Potensi produksi dari pemanfaatan limbah cair kelapa sawit menjadi biogas ini sendiri mencapai 1075 juta meter kubik. Jumlah ini setara dengan 516.000 ton gas LPG, 559 juta liter solar, 666.5 juta liter minyak tanah, dan 5052.5 MWh listrik. Dari berbagai limbah padat,

hampir semuanya dapat diolah kembali menjadi hasil produksi yang memiliki nilai ekonomis. Tandan kosong kelapa sawit pada awalnya biasa digunakan sebagai kompos namun sejalan dengan penelitian yang dilakukan, tandan kosong kelapa sawit dapat pula dimanfaatkan menjadi bahan bakar generator listrik. Serat kelapa sawit dapat menjadi bahan selulosa yang dapat diolah menjadi kertas. Cangkang kelapa sawit dapat diolah menjadi beberapa produk yang bernilai ekonomis tinggi, yaitu karbon aktif, fenol, asap cair, tepung tempurung dan briket arang. Batang 15 kelapa sawit dapat dimanfaatkan menjadi bahan bangunan dan furnitur, serta dapat menjadi sumber biomassa. Pelepah kelapa sawit dapat digunakan sebagai pakan ternak yang memiliki kandungan nutrisi yang baik (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2003).

2.4. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

TKKS merupakan tandan yang telah dipisahkan dari buah segar kelapa sawit. Dari segi kuantitas TKKS mencapai 24,04 % dari Tandan Buah Segar (TBS) yang akan diolah (Putri dkk, 2009). Pemanfaatan Tandan Kosong Sawit sebagai sumber energi berupa briket arang selain bermanfaat secara ekonomi, juga akan memberikan kontribusi terhadap kelestarian lingkungan. Sebagai biomassa lignoselulosik, TKKS dapat dibuat menjadi arang melalui proses yang relatif sederhana. Bagi tujuan pemanfaatan sebagai arang TKKS perlu diproses lebih lanjut menjadi pelet arang untuk menaikkan densitasnya serta memberikan bentuk yang beraturan (Guritno, 1997 dalam Mulia 2007).

TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) merupakan hasil sampingan dari pengolahan minyak Kelapa Sawit yang pemanfaatannya masih terbatas sebagai pupuk, bahan baku pembuatan matras dan media untuk pertumbuhan jamur dan tanaman (Iriani, 2009). Tandan kosong merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan selama proses pengolahan industri kelapa sawit. Tandan kosong kelapa sawit yang tidak diolah menghasilkan bau yang tidak sedap dan menjadi tempat bersarangnya lalat dan serangga, sehingga dianggap sebagai limbah yang dapat mencemari lingkungan dan menyebarkan bakteri. Tandan kosong kelapa sawit yang merupakan 23 persen dari tandan buah segar mengandung bahan

lignoselulosa sebesar 55-60 % berat kering. Dengan produksi puncak kelapa sawit per hektar sebesar 20-24 ton tandan buah segar per tahun, berarti akan menghasilkan 2,5-3,3 ton bahan lignoselulosa.



Gambar 2. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit (PKS). Setiap pengolahan 1 ton TBS (Tandan Buah Segar) dihasilkan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebanyak 22 – 23% TKKS atau sebanyak 220 – 230 kg TKKS. Jika PKS (pabrik kelapa sawit) berkapasitas 100 ton/jam maka dihasilkan sebanyak 22 – 23 ton TKKS. Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah utama dari industri pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit. Persentase limbah TKKS adalah 23% dari tandan buah segar, sedangkan persentase serat dan cangkang biji masing-masing adalah 13% dan 5,5% dari tandan buah segar. Komponen utama dari limbah padat kelapa sawit adalah selulosa dan lignin sehingga limbah ini disebut juga limbah lignoselulosa. Memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit sebagai sumber energi berupa biomassa padat (seperti pelet). Selain memberikan manfaat ekonomi, juga memberikan kontribusi terhadap perlindungan lingkungan. Sebagai biomassa lignoselulosik, TKKS dapat dibuat menjadi arang melalui proses yang relatif sederhana. Bagi tujuan pemanfaatan sebagai arang TKKS perlu diproses lebih lanjut menjadi pelet arang untuk menaikkan densitasnya serta memberikan

bentuk yang beraturan (kadar abu yang dihasilkan TKKS juga sangat sedikit, sehingga apabila dijadikan pelet, maka abu yang dihasilkan semakin sedikit dan tidak mencemari lingkungan (Mulia, 2007).

Komposisi kimiawi tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit

Komposisi	A	B	C	D
Lemak	5,35 %	-	-	-
Protein	4,45 %	-	-	-
Selulosa	32,55 %	35,81 %	40 %	38,76 %
Lignin	28,54 %	15,70 %	21 %	22,23 %
Hemiselulosa	31,70 %	27,01 %	24 %	-
Pentosan	-	-	-	26,69 %
Abu	-	6,04 %	15 %	6,59 %

Sumber: A. Irawadi, 1991; B. Pratiwi.,et al 1988 dalam said 1994; C. Azemi, et al 1994; D. Darnoko.,et al 1995

Memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit sebagai sumber energi berupa biomassa padat (seperti pelet). Selain memberikan manfaat ekonomi, juga memberikan kontribusi terhadap perlindungan lingkungan. Sebagai biomassa lignoselulosik, TKKS dapat dibuat menjadi arang melalui proses yang relatif sederhana. Bagi tujuan pemanfaatan sebagai arang TKKS perlu diproses lebih lanjut menjadi pelet arang untuk menaikkan densitasnya serta memberikan bentuk yang beraturan (kadar abu yang dihasilkan TKKS juga sangat sedikit, sehingga apabila dijadikan pelet, maka abu yang dihasilkan semakin sedikit dan tidak mencemari lingkungan (Mulia, 2007).

Nilai densitas kelapa sawit kosong sangat rendah, dan nilai kepadatan yang rendah menyebabkan biaya transportasi yang tinggi, serta membutuhkan ruang penyimpanan yang besar, sehingga sulit untuk ditangani. Densitas yang rendah mengakibatkan nilai kalor (MJ/kg) menjadi rendah. Nilai kalor yang rendah sehingga berpengaruh terhadap rendahnya densitas energi padatan tandan kosong kelapa sawit. Untuk meningkatkan nilai densitas TKKS agar dapat dijadikan pelet maka perlu diadakanya proses densifikasi.

2.5. Biopellet TKKS

Dalam artian bahwa pelet adalah energi netral karbon, biomassa pelet adalah bahan bakar padat hijau yang dapat diperbarui. Karbon dikonsumsi selama siklus hidup pohon, dan kemudian dilepaskan kembali, dengan efek nol peningkatan kandungan karbon dioksida di atmosfer. Oleh karena itu, hasil pembakaran biomassa partikulat ini dapat membantu mengatasi perubahan iklim. Penanganan selama proses pembakaran lebih mudah dan bersih sehingga sangat menarik untuk digunakan. Biopellet adalah jenis bahan bakar padat berbasis limbah dengan ukuran lebih kecil dari ukuran briket (Windarwati, 2011).

Faktor – faktor dalam pembuatan pelet:

1. Densifikasi

Proses densifikasi adalah proses pemadatan biomassa dengan cara pengempaan (penekanan) sehingga rapat massa atau juga kerapatan potensi energinya meningkat. Ada beberapa metode yang digunakan untuk densifikasi biomassa. Metode yang paling populer untuk aplikasi skala kecil di negara berkembang adalah dengan menggunakan press ulir. Dengan metode ini dihasilkan briket yang lebih padat dan kuat. Ada dua tipe press ulir yaitu : press ulir konikal dan press ulir dengan pemanasan. Biomassa mempunyai energi kira-kira $\frac{1}{3}$ energi batubara per unit massa dan $\frac{1}{4}$ energi batubara per unit volume. Pembriketan dapat mengubahnya menjadi masing-masing $\frac{2}{3}$ dan $\frac{3}{4}$ (Bungay, 1981).

2. Ukuran partikel

Semakin halus ukuran partikel bahan yang akan dicetak, semakin kuat pelet yang akan dihasilkan. Semakin halus ukuran partikel tersebut, semakin luas juga permukaan kontak antar partikel sehingga ikatan yang terbentuk semakin kuat.

Menurut Subroto (2006) pembakaran bahan bakar padat dipengaruhi oleh empat faktor yaitu:

1. Ukuran partikel bahan
2. Kecepatan aliran udara
3. Jenis bahan bakar

4. Temperatur udara pembakaran

Sesuai namanya briket/pelet sekam -padi, serbuk gergaji kayu sengon, dan serbuk gergaji kayu jati termasuk dalam bahan bakar padat. Oleh karena itu pembakaran briket juga dipengaruhi oleh faktor tersebut.

1. Ukuran partikel. Partikel yang lebih kecil cepat terbakar.
2. Kecepatan aliran udara. Laju pembakaran briket akan naik dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara dan kenaikan temperatur.
3. Jenis bahan bakar. Jenis bahan bakar akan menentukan karakteristik bahan bakar. Karakteristik tersebut antara lain kandungan volatile meter dan kandungan moisture.
4. Temperatur udara pembakaran kenaikan tempertur udara pembakaran menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran. Berkait dengan pembakaran briket/pelet dari bahan-bahan organik Subroto (2006).

Memerincikan faktor-faktor yang mempengaruhinya, antara lain:

1. Kadar air briket/pelet. Kandungan air yang tinggi menyulitkan penyalaan dan mengurangi temperatur pembakaran.
2. Kadar kalor briket/pelet. Semakin besar nilai kalor maka kecepatan pembakaran semakin lambat.
3. Kadar abu briket/pelet. Kadar abu yang tinggi dalam batu bara tidak mempengaruhi proses pembakaran. Kadar abu di dalam batubara akan mempersulit penyalaan batubara.
4. Valatile metter atau zat-zat yang mudah menguap. Semakin banyak kandungan valatile metter pada biobriket maka semakin mudah biobriket untuk terbakar dan menyala.

III. METODOLOGI

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2020 di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah furnace, penggiling/penghancur, satu set alat pembuatan biopelet termasuk neraca digital, stopwatch, bomb calorimeter, Colorimeter AMT 506.

Untuk bahan yang digunakan adalah tandan kosong kelapa sawit diperoleh dari PT Lambang Bumi Perkasa. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang sudah diolah berupa serat/fiber.

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Percobaan menggunakan dua faktor. Faktor pertama (T) adalah pemberian tekanan menggunakan dongkrak hidrolik yang terdiri dari 4 taraf, yaitu:

1. 0,5 Ton
2. 1 Ton
3. 2 Ton
4. 3 To

Faktor kedua (W) adalah lama waktu pencetakan pellet TKKS yang terdiri dari 3 taraf, yaitu:

1. 9 detik (W1)
2. 1 menit (W2)
3. 3 menit (W3)

Masing-masing faktor dan perlakuan mengalami pengulangan (U) sebanyak 3 kali sehingga didapat 36 sampel. Data yang diperoleh akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan dianalisis dengan menggunakan Anova dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) (jika ada).

Tabel 3. Tabel Kombinasi Perlakuan dalam Percobaan

T3W3U2	T3W2U1	T2W3U3
T3W3U3	T2W1U1	T2W1U3
T2W3U3	T3W1U1	T1W3U3
T1W2U2	T3W2U3	T2W1U2
T3W3U1	T2W2U1	T1W3U1
T1W2U3	T2W2U3	T1W1U3
T1W1U1	T3W1U3	T3W2U2
T1W3U2	T3W3U2	T2W2U2
T3W1U1	T1W1U2	T1W2U1

3.3.2. Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku dimulai dari pembersihan TKKS, pencacahan, penghalusan, pengeringan TKKS menggunakan panas matahari selama 2 – 3 hari bertujuan untuk mendapatkan TKKS kering udara selanjutnya penggilingan.

3.3.3. Penggilingan

Dilakukan penggilingan TKKS yang sudah dikeringkan dengan menggunakan mesin pencacah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Kemudian diayak menggunakan ukuran mesh 30 dan hasil partikel yaitu $< 0,6$ mm digunakan sebagai bahan baku agar dapat dijadikan biopelet.

3.3.4. Pencetakan Pellet

Dikempa menggunakan alat pencetak yang berbentuk silinder pejal. Bahan baku TKKS yang sudah disiapkan, selanjutnya dicetak dengan menggunakan Silinder cetak berdiameter 1,2 cm dan panjang besi silinder pencetak adalah 10 cm total pelet yang dikempa sebanyak 540 pelet.

3.3.5. Pemberian Tekanan

Pemberian tekanan pada saat pencetakan dengan beberapa tekanan yaitu 0.5 ton, 1 ton, 2 ton dan 3 ton. Pemberian tekanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolis.

Rumus tekanan:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

P =Tekanan (N/m² atau Pa)

F =Gaya tekanan (N)

A =Luas bidang tekanan (m²)

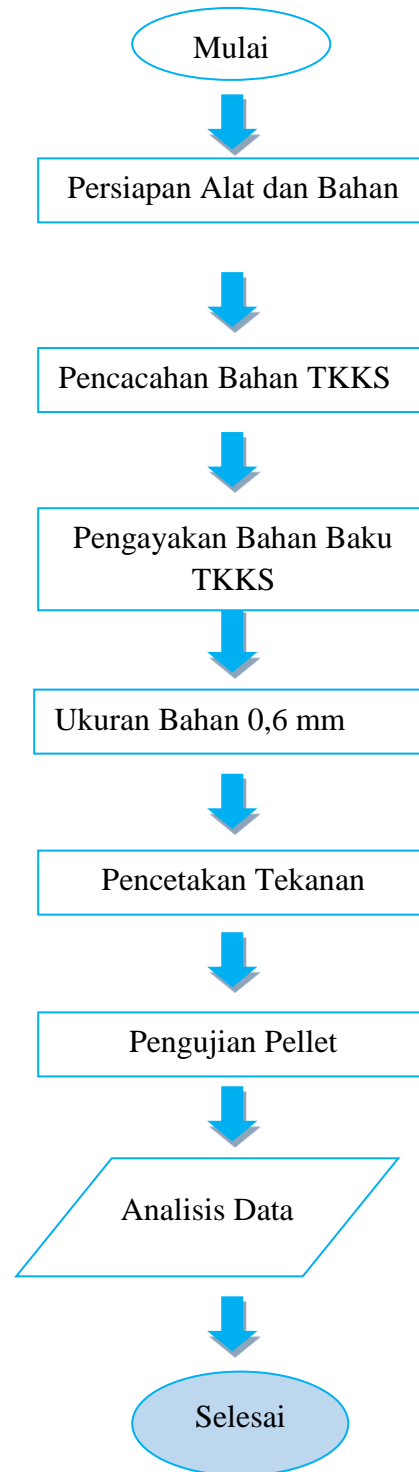
3.3.6. Variasi Waktu Penekanan

Waktu yang diberikan pada proses penekanan memiliki tiga variasi meliputi 9 detik, 1 menit, 3 menit untuk setiap perlakuan.

3.3.7. Pengujian Pelet

Setelah pelet berhasil dicetak maka dilakukan pengujian yaitu analisa densitas, analisis nilai kalor, analisis kadar air. Pengujian nilai kalor menggunakan alat bomb kalorimeter, pengujian kadar abu, kadar volatil, dan uji banting.

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Percobaan

3.4. Parameter Pengamatan

3.4.1. Kadar air

Kadar air adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam pellet dengan berat yang sudah dikeringkan menggunakan Oven 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.

$$\frac{(mB-mK)}{mB} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

mB = Bobot sampel sebelum dikeringkan (gram)

mK = Bobot sampel setelah dikeringkan (gram)

3.4.2. Absorptivitas Air / Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan bahan dalam menyerap air (daya hisap). Daya serap air yang tinggi akan berpengaruh pada kualitas pellet itu sendiri biasanya akan lebih mudah tumbuhnya jamur pada pellet, daya serap yang tinggi disebabkan oleh besarnya kadar pori pada pellet. Analisis daya serap air dilakukan dengan membiarkan pellet dalam ruang terbuka dan mengamati penambahan massanya, suhu serta RH secara berkala selama satu bulan.

3.4.3. Kadar Abu

Penetapan kadar abu dilakukan dengan sampel yang telah proses oven kemudian diletakkan pada cawan porselin yang bobotnya sudah diketahui. Kemudian dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu maksimal 550°C selama 2 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator sampai kondisi stabil dan ditimbang kadar abu dihitung. Kadar abu adalah jumlah konstan yang tersisa apabila bahan bakar padat dipanaskan. Dalam proses pengabuan bahan – bahan organik dalam bahan bakar padat akan terbakar sedangkan bahan anorganik akan tertinggal. Abu yang tertinggal adalah berbagai garam – garam logam seperti karbonat, silikat, oksalat dan fosfat. Abu merupakan kandungan yang tidak bisa terbakar.

$$Kadar\ Abu = \frac{Bobot\ Abu}{Bobot\ Sampel\ Setelah\ Dioven} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

3.4.4. Kadar Volatile Solid

Kadar volatil solid merupakan ukuran kemampuan bahan bakar padat dapat terbakar secara cepat atau lambat. Semakin tinggi kadar volatil pada pelet, maka pelet tersebut akan semakin cepat terbakar. Kadar volatil adalah 100% hasil pembakaran dikurang kadar abu.

$$\text{Kadar Volatile Solid} = 100\% - \text{Kadar Abu} \dots\dots\dots (4)$$

3.4.5. Uji Kekuatan

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

$$\text{Kekuatan (\% utuh)} = \frac{m_2 - m_1}{m_2} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

m_1 = bobot awal (gram)

m_2 = bobot setelah dijatuhkan (gram)

3.4.6. Massa Jenis

Pengukuran berat jenis dilakukan dengan mengambil satu pelet diukur diameter (D), panjang (L) dan bobot (M) 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 25 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/m³. Cara mengukur densitas dilakukan dengan mengambil 1 gram sampel ditimbang agar diketahui berat dan ukur volumenya.

Nilai densitas dihitung menggunakan rumus :

$$BJ = \frac{\text{bobot}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Kg}}{\text{L}} \dots\dots\dots (6)$$

3.4.7. Bulk Density

Pengukuran bulk density dilakukan dengan cara mengisi gelas ukur dengan sampel pelet TKKS kemudian keluarkan kembali sampel pelet tersebut, Selanjutnya air dimasukkan pada gelas ukur yang telah diketahui batas dari sampel pelet. Sebelumnya berat sampel pelet TKKS telah diketahui.

3.4.8. Analisis Warna

Pengujian warna dan sifat fisis dilakukan terhadap pelet TKKS sebelum dan setelah ditorefaksi. Pengujian perubahan warna dilakukan dengan menggunakan sistem CIE-Lab dengan mengukur parameter warna kecerahan (L^*), kromatisasi [merah/hijau (a^*), dan kromatisasi kuning/biru (b^*). Perubahan warna secara keseluruhan (ΔE^*) dapat dihitung menggunakan Persamaan 1 (Esteves & Pereira, 2008).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)} / 2 \dots\dots\dots (7)$$

Pada analisis warna ini dibandingkan warna dari masing-masing bahan , dari setiap jenis ukuran partikel pada dua jenis bahan.

dimana, ΔL^* , Δa^* , dan Δb^* , secara berurutan adalah perubahan kecerahan, perubahan kromatisasi merah/hijau, dan perubahan kromatisasi kuning/biru setelah torefaksi. Derajat perubahan warna ditentukan berdasarkan klasifikasi (Yulianto et al., 2020).

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

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

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

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

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

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

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa simpulan yang dapat diambil, yaitu :

1. Tekanan berpengaruh terhadap kadar abu, kadar volatil dan massa jenis pelet biomassa TKKS.L
2. Sama penekanan berpengaruh terhadap warna pelet biomassa TKKS.
3. Interaksi tekanan dan lama penekanan berpengaruh terhadap massa jenis pelet biomassa TKKS.B
4. Berdasarkan massa jenis atau densitas, maka perlakuan yang optimal adalah tekanan T0 (0,5 Ton) dan lama penekanan 180 detik

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, M., Anandhito, B.K., dan Nurhartadi, E. 2013. Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisik dan Sensoris Tepung Tempe “Bosok”. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, Vol. VI, No.2, Agustus 2013.
- Bantacut, T., Hendra, D., and TIN, R. N. (2013). Mutu Biopellet Dari Campuran Arang Dan Sabut Cangkang Sawit. *Journal of Agroindustrial Technology*, 23(1).
- Bungay, H.R. (1981). *Energy : The Biomass Options*, John Wiley & Sons, New York
- Darmosarkoso, W. dan S. Rahutomo. 2000. Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembenahan Tanah. *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 2000 II*, 13 14 Juni 2000. PPKS Medan.
- Departemen Perindustrian. 2007. *Gambaran Sekilas Industri Minyak Kelapa Sawit*. Jakarta : Pusat Data dan Informasi Departemen Perindustrian.
- [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. 2017. *Statistik perkebunan kelapa sawit*. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Perkebunan
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. 2019. *Pertumbuhan Areal Kelapa Sawit Meningkat*. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/berita362-pertumbuhan-areal-kelapa-sawit-meningkat.html>. Diakses 25 November 2019.
- El Bassam and, Maegaard P. (2004). *Integrated renewable energy on rural communities. Planning guidelines, technologies and applications*. Elsevier. Amsterdam.
- Esteves, B.M. & Pereira, H.M. 2008. Wood modification by heat treatment: A review. *BioResources*, 4(1): 370–404.
- Fauzi, Y., Widyastuti. E. Y., Satyawibawa. I., dan Hartono. R. (2008). *Kelapa sawit: Edisi Revisi Budidaya Pemanfaatan Hasil dan Limbah Analisis Usaha dan Pemasaran*. Penebar Swadaya.
- Fengel, D., & Wegener, G., 1995, *Kayu Kimia Ultrasuktur Reaksi Kimia*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

- 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* Vol 2 No 3 Juli 2013.
- Grover and Mishra, (1996). Thermogravimetric Studies of The Behavior of Wheat Straw with Added Coal During Combustion. *Journal Biomass and Bioenergy*, 33, 50–56.
- Iriani, Anjasari. (2009). *Pengolahan Limbah Industri Kelapa Sawit*, Penerbit Gramedia, Jakarta.
- Laksana I.M.D.D. 2018. Pengaruh Tekanan dan Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Pellet Biomassa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Skripsi
- Mulia, A. (2007). *Pemanfaatan Tandan Kosong dan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Briket Arang*.
- Nugrahaeni, J. I. (2008). *Pemanfaatan Limbah Tembakau (Nicotiana tabacum L.) untuk Bahan Pembuatan Briket sebagai Bahan Bakar Alternatif*.
- Nurfitriani, Eka. 2013. *Karakteristik Particle Board Tanpa Perekat Sintesis dari Sabut Limbah Industri Kelapa Sawit dengan Variasi Waktu Pengepresan*.
- Pahan, I. 2008. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2003. *Budidaya Kelapa Sawit*. Dalam L. Buana, D. Siahaan, dan S. Adipura. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Putri, dkk. 2009. *Teknologi Penanganan Dan Pemanfaatan Limbah Industri Kelapa Sawit*. Karya ilmiah IPB Bogor.
- Ramsay WS. (1982). *Energy from Forest Biomass (Ed)*. New York: Academic Press, Inc.
- Sa'adah, W. A. (2014). *Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) dan Serbuk Kayu Mahoni sebagai Bahan Baku Biopellet*.
- Subroto. 2006. Karakteristik pembakaran briket campuran arang kayu dan jerami. *Jurnal Media Mesin*. Vol. 7, No. 2, 47-54
- Sunarko. 2009. *Budi Daya Dan Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Dengan Sistem Kemitraan*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Ulfiah K, Lukman Al Hakim. 2018. *Economic Value of Palm Oil (Elaeis guineensis) for Indonesian People*. Munich Personal RePEc Archiv (MPRA). Munich University Library. Germany
- Widiastuti, H., dan Panji, T., 2007. *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Jamur Merang Sebagai Pupuk Organik Pada Pembibitan Kelapa Sawit*. Diakses Pada Tanggal 21 Oktober
- Windarwati S. 2011. *Seminar Nasional Teknologi Kimia Kayu*. Bogor.

Yulianto, T., Febryano, I, G., Dan Iryani, D, A. 2020. Perubahan Sifat Fisis Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit Hasil Torefaksi. Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol. 9, No. 2 (2020): 104-111.