

**ANALISIS KUALITAS BRIKET ARANG DARI
PENCAMPURAN DAUN KETAPANG (*Terminalia Catappa*)
DAN PELEPAH KELAPA SAWIT (*Elaeis Gueneesis Jack*)**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



OLEH :

**JUMARA
NIM DBD 115 071**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
PALANGKA RAYA
2022**

**ANALISIS KUALITAS BRIKET ARANG DARI
PENCAMPURAN DAUN KETAPANG (*Terminalia Catappa*)
DAN PELEPAH KELAPA SAWIT (*Elaeis Gueneesis Jack*)**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



OLEH :

**JUMARA
NIM DBD 115 071**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
PALANGKA RAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN




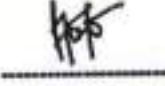
SKRIPSI

**ANALISIS KUALITAS BRIKET ARANG DARI PENCAMPURAN DAUN
KETAPANG (*TERMINALIA CATAPPA*) DAN PELEPAH KELAPA SAWIT
(*ELAEIS GUENEESIS JACK*)**

Oleh
JUMARA
NIM. DBD 115 071

Telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 21 Februari 2022
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

- | | | |
|---|------------|---|
| 1. HEPRYANDI LUWYK DJANAS USUP, S.T.,M.T.
NIP. 19810211 200604 1 001 | Ketua |  |
| 2. DODY ARIYANTHO KUSMA WIJAYA, S.HUT.,M.Si
NIP. 19831207 201212 1 001 | Sekretaris |  |
| 3. NENY SUKMAWATIE, S.HUT.,M.P
NIP. 19760614 200801 2 020 | Anggota |  |
| 4. NOVALISAE, S.T.,M.T
NIP. 19881110 201903 2 015 | Anggota |  |

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya



I. WALUYO NISWANTORO, M.T.
NIP. 19651119 199302 1 001

Menyetujui,
Ketua Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya



FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T.
NIP. 19791215 200812 1 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : JUMARA
NIM : DBD 115 071
JURUSAN/PRODI : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam penulisan dan penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, 21 Februari 2022

Penulis

JUMARA
NIM DBD 115 071

HALAMAN PERSEMBAHAN

“jangan bandingkan prosesmu dengan orang lain, karena tidak semua bunga tumbuh dan mekar bersamaan”

Segala puji syukur kepada Tuhan yang maha esa telah memberikan kesempatan, kesehatan, kekuatan dan kelancaran sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini saya ingin mempersembahkan Tugas Akhir yang telah saya susun ini kepada:

1. Terima kasih untuk Ayah dan Ibu, Adik-adik saya dan Seluruh keluarga saya atas segala perjuangan, dukungan, semangat, arahan serta nasehat-nasehat sehingga saya bisa melewati semuanya dengan baik.
2. Kepada seluruh dosen yang ada di jurusan/ program studi Teknik Pertambangan karena telah membimbing saya menyelesaikan Pendidikan.
3. Terima kasih untuk teman-teman Asrama G21 selaku teman-teman seperjuangan saya yang sudah saya anggap seperti keluarga serta teman-teman seperjuangan angkatan 2015 Teknik Pertambangan.

“jangan tidur ketika lelah, tidurlah ketika semua telah selesai”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisis Kualitas Briket Arang Dari Pencampuran Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Dan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis Gueneesis Jack*). Pada kesempatan ini izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
3. Bapak Hepryandi Luwyk DJanas Usup, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing I (Satu) Skripsi.
4. Bapak Dody Ariyantho Kusma Wijaya, S.Hut., M.Si. Selaku Dosen Pembimbing II (Dua) Skripsi.
5. Ibu Neny Sukmawatie, S.Hut., M.P. Selaku Dosen Penguji I (Satu) Skripsi.
6. Ibu Novalisae, S.T., M.T. Selaku Dosen Penguji II (Dua) Skripsi.

Penulis menyadari bahwa, didalam laporan masih banyak terdapat kekurangan, Semoga skripsi ini nantinya dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palangka Raya, 21 Februari 2022
Penulis

JUMARA
DBD 115 071

SARI

Kalimantan Tengah merupakan provinsi yang kaya akan sumber daya, alam dapat di lihat dengan eksploitasi yang di lakukan di bidang pertambangan, industri dan perkebunan melihat dari potensi alam yang masih terjaga di Kalimantan tengah masyarakat sangat masih tergantung pada alam untuk keperluan sehari-hari terutama untuk keperluan bahan bakar untuk kegiatan memasak yang masih tergantung pada minyak tanah dan LPJ namun karena besarnya permintaan minyak tanah dan LPJ dan jangkauan dari desa cukup jauh ke kota mengakibatkan stok bahan bakar tersebut sangat sulit di dapatkan di daerah pedesaan. Penulis memilih melakukan penelitian “Analisis Kualitas Briket Arang Dari Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Dan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis Gueneesis Jack*). (Studi Kasus Dikelurahan Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka raya)” hasil penelitian tersebut dapat di manfaatkan sebagai penghasil bahan bakar, maka kalangan masyarakat luas dapat lebih menghemat penggunaan minyak bumi dan gas alam sebagai bahan bakar.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, metode pustaka, metode observasi (pengamatan) dan metode analisis data. Mulai dari tahapan pengumpulan bahan, sampai pembuatan sampel briket. Briket tersebut kemudian dilakukan uji laboratorium balai riset dan standarisasi industri (BARISTAND).

Berdasarkan hasil pengujian kualitas briket arang dan perbandingan SNI No. 1/6235/2000 briket arang :

Kadar Air yang dihasilkan pada sampel yang diuji, sampel 1 (4,98%), sampel 2 (5,19%) dan sampel 3 (5,09%). Kadar Abu yang dihasilkan pada sampel, yang diuji sampel 1 (17,99%), sampel 2 (17,43%) dan pada sampel 3 (12,05%). Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*) yang dihasilkan pada sampel yang diuji, sampel 1 (46,40%), sampel 2 (44,22%), dan pada sampel 3 (45,76%). Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*) yang dihasilkan pada sampel yang diuji, sampel 1 (33,63%), sampel 2 (33,16%) dan pada sampel 3 (37,10%). Sedangkan Nilai Kalori pada sampel 1 (4927,4692 cal/g), sampel 2 (4700,7912 cal/g) dan sampel 3 (5450,8324 cal/g).

Kata Kunci : Briket arang daun Ketapang dan pelepah kelapa sawit.

ABSTRACT

Central Kalimantan is a province rich in resources, nature can be seen by the exploitation carried out in the field of mining, industry and plantations see from the natural potential that is still maintained in central Kalimantan the community is still dependent on nature for daily purposes, especially for fuel purposes for cooking activities that are still dependent on kerosene and LPJ but because of the large demand for kerosene and LPJ and the reach of the village is quite Deep into the city resulting in the fuel stock is very difficult to get in rural areas. The authors chose to conduct a study "Quality Analysis of Charcoal Briquettes From catappa Leaves (*Terminalia Catappa*) and Palm Oil (*Elaeis Gueneesis* Jack). (Case Study ward Menteng, Jekan Raya District, Palangka raya City)" the results of the study can be used as a fuel producer, then the wider community can further save the use of natural oil and natural gas as fuel.

The research methods used in this study are, library methods, observation methods (observations) and data analysis methods. Starting from the stage of collecting materials, to the manufacture of briquette samples. The briquette was then conducted laboratory tests of the research hall and industrial standardization (BARISTAND).

Based on the results of testing the quality of charcoal briquettes and comparison of SNI No. 1/6235/2000 charcoal briquettes: Water content produced in the sample tested, sample 1 (4.98%), sample 2 (5.19%) and sample 3 (5.09%). Ash levels were produced in the sample, which tested 1 (17.99%), sample 2 (17.43%) and in sample 3 (12.05%). Volatile Matter was produced in the sample tested, sample 1 (46.40%), sample 2 (44.22%), and in sample 3 (45.76%). Fixed Carbon levels were produced in the sample tested, sample 1 (33.63%), sample 2 (33.16%) and in sample 3 (37.10%). While the Caloric Value in the sample 1 (4927.4692 cal / g), the sample 2 (4700.7912 cal/g) and the sample 3 (5450.8324 cal / g).

Keywords : Briquettes charcoal leaves catappa and palm oil.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN BEBAS PLAGIATRISME	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
SARI	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.3.1 Maksud	2
1.3.2 Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan masalah	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Defenisi Briket	6
2.3 Jenis Briket	7
2.3.1 Briket Batubara	7
2.3.2 Briket Biomassa	8
2.3.3 Briket Bioarang	9
2.3.4 Deskripsi Umum Tumbuhan Ketapang	12
2.3.5 Morfologi Tumbuhan Ketapang	13
2.3.6 Deskripsi umum Tumbuhan Kelapa Sawit	16
2.3.7 Morfologi Tumbuhan Kelapa Sawit	19
2.4 Standar Mutu Briket SNI	21
2.5 Perekat Tapioka	26
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	28
3.1.1 Lokasi Daerah Penelitian	28
3.1.2 Geologi Regional	29
3.2 Alat Dan Bahan	31
3.2.1 Alat	31
3.2.2 Bahan	32
3.3 Tata Laksana	32
3.2.3 Langkah Kerja	32

3.2.4	Metode Penelitian	33
3.4	Diagram Alir Proses Penelitian	35
3.5	Waktu Penelitian	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil.....	37
4.1.1	Tahapan Pembuatan Briket Arang Dari Daun Ketapang (<i>Terminalia Catappa</i>) Dan Pelelah Kelapa Sawit (<i>Elaeis Gueneesis Jack</i>).....	37
4.1.1.1	Persiapan Alat dan Bahan.....	37
4.1.1.2	Pengumpulan Bahan.....	38
4.1.1.3	Pengeringan Bahan Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit.....	39
4.1.1.4	Pembakaran Daun ketapang dan Pelelah kelapa Sawit.....	40
4.1.1.5	Proses Penghalusan Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit.....	44
4.1.1.6	Proses Penyaringan Bahan Daun Ketapang Dan Pelelah Kelapa Sawit.....	44
4.1.1.7	Proses Pembuatan Perikat Briket.....	45
4.1.1.8	Proses Pencampuran Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit dan Perikat.....	46
4.1.1.9	Proses Pencetakan Briket.....	47
4.1.1.10	Proses Pengeringan Briket.....	47
4.1.2	Lama Waktu Terbakarnya Briket Arang dari Daun Ketapang Dan Pelelah Kelapa Sawit.....	48
4.1.2.1	Briket Arang Daun Ketapang Dan Pelelah Kelapa Sawit Perbandingan (50%:50%).....	48
4.1.2.2	Briket Arang Daun ketapang Dan Pelelah kelapa Sawit Perbandingan (70%:30%).....	49
4.1.2.3	Briket Arang Daun ketapang Dan Pelelah kelapa Sawit Perbandingan (30%:70%).....	50
4.1.3	Kualitas Briket Arang Dan Perbandingan Dengan Standard Nasional Indonesia (SNI 01/6235/2000).....	51
4.1.3.1	Kadar Air.....	51
4.1.3.2	Kadar Abu.....	52
4.1.3.3	Zat Mudah Menguap (<i>Volatile Matter</i>).....	53
4.1.3.4	Kadar Karbon Terikat (<i>Fixed Carbon</i>).....	54
4.1.3.5	Nilai Kalor.....	55
4.2	Pembahasan.....	56
4.2.1	Tahapan Pembuatan Briket Arang Dari Daun Ketapang dan Pelalah Kelapa Sawit.....	56
4.2.1.1	Pengeringan Bahan Daun ketapang dan Pelalah Kelapa Sawit.....	56
4.2.1.2	Pembakara Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit.....	56
4.2.1.3	Proses Penghalusan Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit.....	57
4.2.1.4	Proses Penyaringan Bahan Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit.....	57
4.2.1.5	Proses Pembuatan Perikat Briket.....	58
4.2.1.6	Proses Pencampuran Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit.....	58

4.2.1.7	Proses Pencetakan Briket	58
4.2.1.8	Proses Pengeringan Briket.....	59
4.2.2	Lama Terbakarnya Briket	59
4.2.3	Kualitas Briket Arang Dan Perbandingan Dengan Standard Nasional Indonesia (SNI 01/6235/2000)	59
4.2.3.1	Kadar Air	59
4.2.3.2	Kadar Abu	60
4.2.3.3	Zat Mudah Menguap (<i>Volatile Matter</i>)	61
4.2.3.4	Kadar Karbon Terikat (<i>Fixed Carbon</i>).....	61
4.2.3.5	Nilai Kalor	61

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Standar Nasional Indonesia Briket Arang (SNI)	22
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	36
Tabel 4.1 Alat dan bahan pembuatan briket arang dari Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit	37
Tabel 4.2 Berat Basah dan Berat Kering Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit	40
Tabel 4.3 Lama Proses Pengarangan daun ketapang.....	41
Tabel 4.4 Lama Proses Pengarangan Pelepah Kelapa Sawit.....	42
Tabel 4.5 Waktu dan Suhu Proses Pengarangan Daun Ketapang	42
Tabel 4.6 Waktu dan Suhu Proses Pengarangan Pelepah Kelapa Sawit.....	43
Tabel 4.7 Berat basah, berat kering dan berat serbuk arang yang dihasilkan	45
Tabel 4.8 Berat Bahan Baku pada Perlakuan	45
Tabel 4.9 Waktu dan Suhu Uji Bakar Briket Arang Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit.....	48
Tabel 4.10 Waktu dan Suhu Uji Bakar Briket Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit	49
Tabel 4.11 Waktu dan suhu uji bakar briket Arang Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit.....	50
Tabel 4.12 Hasil Uji Hasil Pengujian Kualitas Briket	51
Tabel 4.13 Hasil Uji Kadar Air Briket Arang.....	52
Tabel 4.14 Hasil Uji Kadar Abu Briket Arang	52
Tabel 4.15 Hasil Uji <i>Volatile Matter</i> Briket Arang	53
Tabel 4.16 Hasil Uji Kadar Karbon Terikat Briket Arang.....	54
Tabel 4.17 Hasil Nilai Kalor Briket Arang.....	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Briket Batubara	8
Gambar 2.2 Briket Biomassa	9
Gambar 2.3 Briket Bioarang	11
Gambar 2.4 Pohon Ketapang	12
Gambar 2.5 Pohon Kelapa Sawit	18
Gambar 3.1 Jalan Menuju Lokasi Pengambilan Sampel	28
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Sampel	29
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Penelitian	35
Gambar 4.1 Pengumpulan bahan daun ketapang dan pelepah kelapa sawit	38
Gambar 4.2 Penimbangan bahan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit	38
Gambar 4.3 Tepung Tapioka	39
Gambar 4.4 Proses Pengeringan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit	40
Gambar 4.5 Proses Pembakaran Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa sawit	41
Gambar 4.6 Setelah Proses Pembakaran	41
Gambar 4.7 Foto kaleng tempat membakar sampel	43
Gambar 4.8 Proses penghalusan daun ketapang dan pelepah kelapa sawit	44
Gambar 4.9 Proses penyaringan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit	45
Gambar 4.10 Proses Pembuatan Perekat Briket	46
Gambar 4.11 Proses pencampuran serbuk arang dan perekat	46
Gambar 4.12 Proses Pencetakan Briket	47
Gambar 4.13 Proses Pengeringan Briket	48
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan dengan SNI	51
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Kualitas Kadar Air dengan SNI	52
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Kualitas Kadar Abu dengan SNI	53
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan <i>Volatle Matter</i> dengan SNI	53
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Kadar Karbon Terikat dengan SNI	54
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Nilai Kalori dengan SNI	55

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Peta Kesampaian Daerah
LAMPIRAN B	Peta Geologi Regional
LAMPIRAN C	Laporan Hasil Uji Laboratorium

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kalimantan Tengah merupakan provinsi yang kaya akan sumber daya, alam dapat di lihat dengan eksploitasi yang di lakukan di bidang pertambangan, industry dan perkebunan melihat dari potensi alam yang masih terjaga di Kalimantan tengah masyarakat sangat masih tergantung pada alam untuk keperluan sehari-hari terutama untuk keperluan bahan bakar untuk kegiatan memasak yang masih tergantung pada minyak tanah dan LPJ namun karena besarnya permintaan minyak tanah dan LPJ dan jangkauan dari desa cukup jauh ke kota mengakibatkan stok bahan bakar tersebut sangat sulit di dapatkan di daerah pedesaan.

Oleh karena itu perlu di pikirkan alternatif baru bahan bakar. Pemanfaatan bahan bakar selain yang umum digunakan selama ini merupakan hal yang tepat, seperti bahan organik, karena bahan organik di pastikan selalu dapat di produksi ulang oleh manusia.

Penulis memilih melakukan penelitian “Analisis Kualitas Briket Arang Dari Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Dan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis Gueneesis Jack*). (Studi Kasus Dikelurahan Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka raya)” hasil penelitian tersebut dapat di manfaatkan sebagai penghasil bahan bakar, maka kalangan masyarakat luas dapat lebih menghemat penggunaan minyak bumi dan gas alam sebagai bahan bakar.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana tahapan pembuatan Briket Arang Dari Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) dan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis Gueneesis Jack*)?
2. Berapa lama waktu pembakaran pada proses pengarangan Briket Arang Dari Bahan Baku Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) dan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis Gueneesis Jack*)?
3. Berapa Nilai Kalori Yang Dihasilkan Pada Briket Arang Berdasarkan Hasil Analisa Laboratorium dan Perbandingan dengan SNI (No. 01-6235-2000)?

1.3. Maksud dan Tujuan

1.3.1. Maksud

Adapun maksud Penelitian Skripsi ini adalah untuk Menganalisis Nilai Kualitas Briket Arang dari Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit yang dihasilkan dari hasil uji laboratorium briket arang sampel yang di buat.

1.3.2. Tujuan

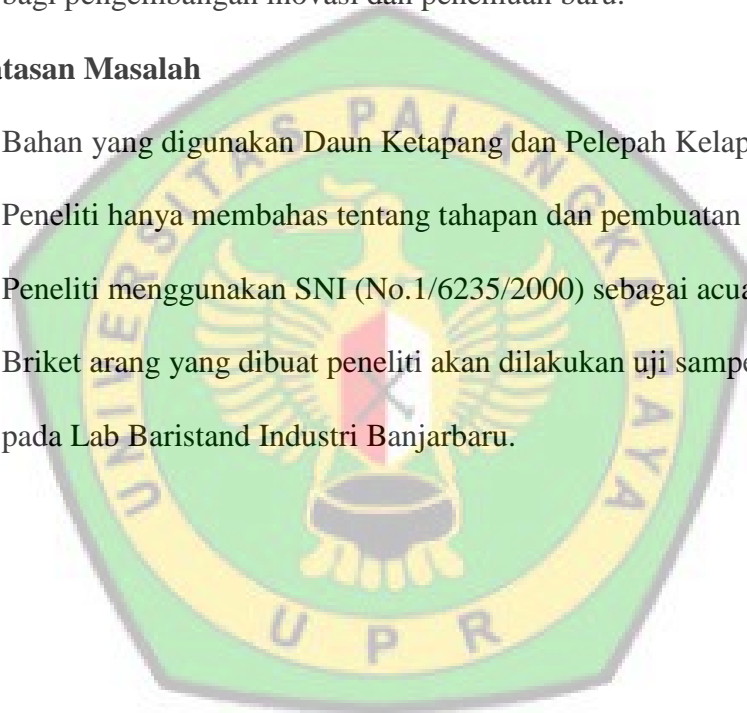
1. Menjelaskan apa tahapan pembuatan Briket Arang Dari Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) dan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis Gueneesis Jack*).
2. Menghitung lama waktu pembakaran briket arang dari Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) dan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis Gueneesis Jack*).
3. Menganalisis Besar Kalori Yang Dihasilkan Dari Bahan Baku Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit berbagai komposisi.

1.4. Manfaat

1. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menambah wawasan yang lebih luas tentang ilmu pengetahuan yang telah dipelajari diperkuliahan dan praktek di lapangan.
2. Dapat menambah perkembangan ilmu pengetahuan yang akan memperluas bagi pengembangan inovasi dan penemuan baru.

1.5. Batasan Masalah

1. Bahan yang digunakan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit
2. Peneliti hanya membahas tentang tahapan dan pembuatan briket arang
3. Peneliti menggunakan SNI (No.1/6235/2000) sebagai acuan kualitas briket.
4. Briket arang yang dibuat peneliti akan dilakukan uji sampel kualitas arang pada Lab Baristand Industri Banjarbaru.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini penulis memaparkan 3 penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti tentang Analisis Nilai Kalori Dari Hasil Pembakaran Briket Arang Dari Pencampuran Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit.

Wandi Agus. (2015) melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Limbah Daun Kering Menjadi Briket Untuk Bahan Bakar Tungku” Daun kering dan serbuk gergaji adalah sampah limbah dalam jumlah yang sangat besar. Namun, daun kering dan serbuk gergaji bisa menjadi salah satu alternatif dari membakar material dengan mengubahnya menjadi briket. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik dari pembakaran briket dan untuk memutuskan komposisi terbaik dari briket untuk merebus air 1 kg lebih cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam proses pengeringan briket yang dilakukan selama enam hari di bawah sinar matahari menunjukkan bahwa tingkat terendah air.

Anggoro Dwi Didi (2017) Dengan judul penelitian “ Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Sengon” Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki potensi dalam pengembangan energi terbarukan berupa energi biomassa dari briket tempurung kelapa. Briket ini merupakan hasil pengolahan limbah biomassa,

diantaranya tempurung kelapa dan serbuk kayu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu, konsentrasi perekat dan komposisi bahan baku terhadap nilai kalor briket. Bahan yang digunakan antara lain serbuk gergaji sengon, tempurung kelapa, tepung tapioka, aquadest. Alat yang digunakan kiln drum, alat pengempa briket, bom kalorimeter, oven, alat screening. Variabel berubah dalam percobaan adalah komposisi bahan baku dan kadar perekat. Langkah penelitian dilakukan dengan pengurangan bahan baku, pencampuran komposisi bahan baku dengan variabel perekat, pencetakan dan pengempaan, uji coba nilai kalor, terakhir analisa data. Hasil pengujian nilai kalor briket bahwa semakin banyak komposisi bahan yang memiliki kalor lebih tinggi maka nilai kalor campuran briket akan semakin tinggi. Nilai kalor briket sampel tidak memenuhi syarat untuk briket arang buatan Amerika, Inggris, dan Jepang namun diantaranya memenuhi syarat standar nasional Indonesia. Penambahan perekat dalam pembuatan briket tempurung kelapa dimaksudkan agar partikel arang saling berikatan dan tidak mudah hancur, namun penambahan perekat yang berlebih akan menurunkan kualitas briket, semakin tinggi kadar perekat maka nilai kalor akan berkurang.

Aryani Farida (2019) melakukan penelitian dengan judul “Aplikasi Metode Aktivasi Fisika Dan Aktivasi Kimia Pada Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera* L)” Kebutuhan arang aktif di Indonesia semakin meningkat, seiring dengan kemajuan teknologi dan industri di tanah air. Kebutuhan yang meningkat ini harus di dukung pula oleh peneliti dan pengusaha yang berkecimpung di bidang arang aktif agar dapat

memproduksi arang aktif yang bermutu baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Dalam rangka mengembangkan metode pembuatan arang aktif di laboratorium maka di lakukan penelitian pembuatan arang aktif dengan menggunakan dua metode aktivasi yaitu metode aktivaasi fisika dan metode aktivasi kimia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui evektivitas dari metode aktivasi fisika dan kimia pada pembuatan arang aktif tempurung kelapa. Aktivasi fisika dilakukan dengan pembakaran pada suhu 500°C selama 4 jam, sedang aktivasi kimia dilakukan dengan melakukan perendaman menggunakan larutan NaOH 0,2 N selama 18 jam. Pengujian kualitas mengacu pada SNI 06-3730-1995 tentang syarat mutu dan pengujian arang aktif. Hasil Analisis arang aktif metode aktifasi fisika diperoleh rendemen sebesar 86.7%, kadar abu 8,46%, kadar air 6,0%, kadar zat mudah menguap 37,12%, dan daya serap iodium sebesar 755,32mg/g. Metode aktifasi kimia menghasilkan rendemen sebesar 63,7%, kadar abu 0,75%, kadar air 3,6%, kadar zat mudah menguap 35,06%, dan daya serap iodium sebesar 317,25mg/g.

2.2. Definisi Briket

Mendengar kata briket, kebanyakan orang akan langsung berfikir kepada batubara. Sebenarnya briket tidaklah identik dengan batu bara karena definisi briket adalah sebuah blok bahan yang dapat dibakar yang digunakan sebagai bahan bakar untuk memulai dan mempertahankan nyala api. Briket yang paling umum digunakan adalah briket batubara, briket arang, briket

gambut, dan briket biomassa, bahan baku briket diketahui dekat dengan masyarakat pertanian karena biomassa limbah hasil pertanian dapat dijadikan briket. Penggunaan briket, terutama briket yang dihasilkan dari biomassa, dapat menggantikan penggunaan bahan bakar fosil. (Wikipedia.2017. Definisi briket)

Briket merupakan salah satu solusi alternatif yang cukup efektif dan efisien dalam menghadapi krisis sumber energi atas energi fosil untuk bahan bakar seperti yang telah diperkirakan oleh para ahli dan ilmuwan.

2.3. Jenis Briket

2.3.1 Briket batubara

Briket batubara adalah bahan bakar padat dengan bentuk dan ukuran tertentu, yang tersusun dari butiran batubara halus dengan sedikit bahan campuran seperti tanah liat dan tapioka, yang telah mengalami proses pemanfaatan dengan daya tekan tertentu, agar bahan bakar tersebut lebih mudah ditangani dan menghasilkan nilai tambah dalam pemanfaatannya. Bahan baku briket batubara terdiri dari 82% batubara, 15% tanah liat dan 4% tapioka. Tanah liat selain berfungsi sebagai penguat briket juga berfungsi sebagai stabilisator panas sedangkan tapioka berfungsi sebagai perekat untuk memudahkan pencetakan.



Gambar : 2.1 Briket Batubara
(Sumber :www.google.com)

2.3.2 Briket Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan rumput, limbah pertanian, limbah hutan, tinja, dan kotoran ternak. Selain digunakan untuk tujuan primer serat, bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan, dan sebagainya. Biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Yang digunakan adalah bahan bakar biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya (Pari, G. dan Hartoyo, 1983, Beberapa sifat fisis dan kimia briket arang dari limbah arang aktif). Sedangkan menurut Silalahi (2000) tentang pembuatan briket kayu dari serbuk gergajian kayu, biomassa adalah campuran material organik yang kompleks, biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak protein dan mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Komponen utama

tanaman biomassa adalah karbohidrat (berat kering \pm 75%), lignin (\pm 25%) dimana dalam beberapa tanaman komposisinya bisa berbeda-beda.

Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu, dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui, relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian (Widardo dan Suryanta, 1995, Membuat bioarang dari kotoran lembu)



Gambar : 2.2 Briket Biomassa
(Sumber : www.google.com)

2.3.3 Briket Bioarang

Bioarang merupakan arang (salah satu jenis bahan bakar) yang dibuat dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami, kertas maupun limbah pertanian

lainnya yang dapat dikarbonisasi. Bioarang ini dapat digunakan melalui proses pengolahan salah satunya adalah menjadi briket bioarang (Brades dan Tobing, 2008, Pembuatan briket arang dari enceng gondok dengan sagu sebagai pengikat). Sedangkan menurut Johannes (1991) dalam penelitiannya menghemat kayu bakar dan arang kayu untuk memasak di pedesaan dengan briket bioarang menyatakan bioarang adalah arang yang diproses dengan membakar biomassa kering tanpa udara (*pirolisis*). Energi biomassa yang diubah menjadi energi kimia inilah yang disebut dengan bioarang.

Briket bioarang adalah gumpalan-gumpalan atau batangan-batangan arang yang terbuat dari bioarang (bahan lunak). Bioarang yang sebenarnya termasuk bahan lunak yang dengan proses tertentu diolah menjadi bahan arang keras dengan bahan tertentu. Kualitas dari bioarang ini tidak kalah dengan batubara atau bahan bakar jenis arang lainnya (Residu briquetting in developing countries, Joseph dan Hislop, 1981).

Briket bioarang yang didefinisikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organik yang telah mengalami proses pemampatan dengan daya tekan tertentu. Briket bioarang dapat menggantikan penggunaan kayu bakar yang mulai meningkat konsumsinya. Selain itu harga briket bioarang relatif murah dan terjangkau oleh masyarakat (Teknologi bioenergi, Hambali, dkk., 2007). Keuntungan yang diperoleh dari penggunaan briket bioarang antara lain adalah biayanya amat murah. Alat yang digunakan untuk

pembuatan briket bioarang cukup sederhana dan bahan bakunya pun sangat murah, bahkan tidak perlu membeli karena berasal dari sampah, daun-daun kering, limbah pertanian. Bahan baku untuk pembuatan arang umumnya telah tersedia di sekitar kita. (Aneka tungku sederhana, Andry, 2000). Sedangkan kerugian dari briket bioarang adalah tidak efisien waktu karena proses pembuatannya membutuhkan waktu yang cukup lama, pada awal dinyalakan daya panas api sedikit lambat dibandingkan bahan bakar lain, pemakaiannya hanya sekali saja sampai habis karena panas api dalam briket belum akan hilang sampai briket menjadi bara. (Pemanfaatan tempurung kelapa sebagai briket bioarang, Puji Hartono, 2012) Pembuatan briket arang dari limbah dapat dilakukan dengan menambah bahan perekat, dimana bahan baku diarangkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak dengan sistem hidrolis maupun dengan manual dan selanjutnya dikeringkan.



Gambar : 2.3 Briket Bioarang
(Sumber : <http://radiouty.com/>)

2.3.4. Deskripsi Umum Tumbuhan Ketapang

Tumbuhan ketapang yang memiliki nama latin *Terminalia Catappa* adalah nama sejenis pohon tepi pantai yang rindang. *Terminalia Catappa* merupakan pohon besar dengan tinggi mencapai 40 m dan gemang batang sampai 1,5 m. Bertajuk rindang dengan cabang-cabang yang tumbuh mendatar dan bertingkat-tingkat.



Gambar 2.4 Pohon Ketapang
(Sumber : Dokumentasi 2021)

Klasifikasi Tumbuhan Ketapang adalah sebagai berikut:

Kelas	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Myrtales
Famili	: Combretaceae
Genus	: Terminalia
Spesies	: <i>Terminalia catappa</i>

Terminalia catappa cocok dengan iklim pesisir dan dataran rendah hingga ketinggian sekitar 400 m dpl dengan curah hujan antara 1.000–3.500 mm pertahun, dan bulan kering hingga 6 bulan. Ketapang menggugurkan daunnya dua kali dalam satu tahun, sehingga tumbuhan ini bisa bertahan menghadapi bulan-bulan yang kering. Buahnya yang memiliki lapisan gabus dapat terapung-apung di air sungai dan laut hingga berbulan-bulan, sebelum tumbuh di tempat yang cocok. Buahnya juga disebar oleh kelelawar.

2.3.5. Morfologi Tumbuhan Ketapang

1. Akar

Tanaman peneduh ini merupakan kelompok tumbuhan dikotil atau berkeping dua, sehingga sistem perakarannya adalah akar tunggang. Jenis akar tunggang ketapang adalah akar tunggang bercabang, karena terdapat satu pokok berbentuk kerucut yang arah tumbuhnya lurus ke bawah dan memiliki banyak cabang akar yang tumbuh ke samping sebagai penopang.

2. Batang

Pohon dengan nama latin *Terminalia catappa* ini memiliki batang berkayu dan mampu tumbuh mencapai ketinggian sekitar 35 meter. Tekstur batangnya kasar sebab terdapat alur atau *sulcatus* di permukaan kulit batang. Alur tersebut akan terlihat sangat jelas jika diperhatikan secara membujur.

Batang pohon ketapang berbentuk bundar atau *teres* dan tumbuh secara tegak lurus ke atas. Meski begitu batang pokok tanaman ini biasanya sulit untuk diidentifikasi, karena ukurannya yang tidak jauh berbeda dengan percabangan. Oleh karena itu percabangan ketapang juga disebut percabangan simpodial.

Tidak jarang ukuran cabang lebih besar daripada batang pokok. Hal itu dikarenakan proses pertumbuhan dan perkembangan batang biasanya lebih cepat berhenti, sedangkan cabangnya terus tumbuh.

3. Daun

Daun ketapang masuk dalam kelompok daun tidak lengkap, karena unsur penyusunnya hanya ada dua, yaitu tangkai daun dan helai daun. Sedangkan daun lengkap harus memiliki tiga bagian, yaitu pelepah daun (*vagina*), tangkai daun (*petiolus*), dan juga helai daun (*lamina*).

Tangkai daun pohon ketapang sama seperti daun pada umumnya, berbentuk silinder dengan sisi pangkal melebar dan cenderung pipih. Sementara itu helaian daunnya berbentuk seperti telur yang terbalik atau seperti jantung. Tekstur permukaan atasnya agak licin sementara permukaan bawahnya berambut halus.

Sistem pertulangan daun ketapang menyirip karena mempunyai satu tulang daun besar sebagai induknya. Tulang daun berada di bagian pangkal daun. Selain itu, ada pertulangan cabang yang muncul dari

bagian pusat daun menuju luar tepi daun. Jika diraba daun pohon ketapang juga terasa lunak dan tipis.

3. Bunga

Bunga pohon ketapang berukuran kecil dan bentuknya menyerupai lonceng. Ukurannya sekitar 4 sampai 8 mm dengan warna putih, krem, hingga kuning. Bunga ketapang tidak memiliki mahkota tetapi terdapat kelopak yang berjumlah 5 helai untuk setiap bunga. Titik tumbuh bunga ketapang berkumpul di ujung ranting sepanjang 8 hingga 25 cm.

5. Buah

Pohon ketapang juga menghasilkan buah yang bentuknya mirip almond. Oleh sebab itu, pohon ini juga disebut sebagai *tropical almond*. Buah ketapang berukuran antara 4 hingga 5,5 cm dan berwarna hijau pada saat masih muda, kemudian berubah menjadi merah kecokelatan setelah masak. Buah ini mempunyai biji di dalamnya yang terlindungi oleh kulit buah yang licin.

6. Biji

Di dalam buah pohon ketapang terdapat biji yang terbungkus oleh serat. Biji ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu kulit biji dan tali pusar. Kulit biji terdiri atas dua lapisan, yaitu *testa* atau lapisan kulit terluar dan *tegmen* atau lapisan kulit terdalam. Lapisan terluar berfungsi sebagai pelindung, karena mempunyai tekstur yang keras layaknya kayu.

Bagian kedua dari biji ketapang adalah tali pusar yang menjadi penghubung antara biji dengan tembuni. Secara sederhana tali pusar tersebut berperan seperti tangkai pada biji. Apabila biji sudah masak, maka secara otomatis biji tersebut lepas dari tali pusar. Meski begitu bekas keberadaan tali pusar cukup jelas di bagian atas biji.

2.3.6 Deskripsi Umum Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Eleais Gueneesis Jack*) adalah tanaman perkebunan atau industri berupa pohon batang lurus. Kelapa sawit diyakini berasal dari afrika barat. Walaupun demikian, kelapa sawit ternyata cocok dikembangkan di luar daerah asalnya, termasuk indonesia. Hingga saat ini, kelapa sawit telah diusahakan dalam bentuk perkebunan dan pabrik pengolahan kelapa sawit oleh sekitar tujuh negara produsen terbesarnya.

Klasifikasi kelapa sawit adalah sebagai berikut:

Kelas : *Angiospermae*

Ordo : *Palmales*

Famili : *Palmaceae*

Subfamily : *Palminae*

Genus : *Elaeis*

Spesies : 1. *Elaeis gueneesis Jack*

2. *Elaeis melono coca atau Elaeis oleifera*

3. *Elaeis odora atau Barcella odora*

Tanaman kelapa sawit termasuk tumbuhan monokotil. Bagian tanaman kelapa sawit yang penting adalah akar, batang dan daun. Biji kelapa sawit berkeping tunggal, sehingga akarnya adalah serabut. Sistem penyebaran akar terkonsentrasi pada tanah lapisan atas.

Daun tanaman sawit bersirip gelap, bertulang sejajar, panjangnya mencapai 3-5 meter. Daun mempunyai pelepah yang pada bagian kiri maupun kanannya tumbuh anak-anak daun, panjang pelepah dapat mencapai 9 meter. Tanaman kelapa sawit yang sudah dewasa mempunyai anak daun yang jumlahnya dapat mencapai 100—160 pasang. Pada bagian pangkal pelepah daun tumbuh duri dan bulu-bulu kasar dan halus. Duduknya pelepah daun pada batang tersusun teratur, melingkari batang membentuk konfigurasi spiral. Arah spiral ada yang kekiri dan ada pula yang kekanan, hal ini tampaknya merupakan pancaran ragam genetik. Produksi daun per tahun tergantung dari iklim setempat, terutama pada saat tanaman tersebut tumbuh (Syamsulbahri, 1996).



Gambar 2.5. Pohon Kelapa Sawit
(Sumber : www.google.com)

Luas perkebunan sawit di Indonesia mencapai 7,5 juta hektar perkebunan kelapa sawit, dengan 40 persen diantaranya milik rakyat (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2009). Jumlah ini akan terus meningkat dengan bertambahnya permintaan dunia, akan minyak sawit (CPO). Tanaman kelapa sawit menghasilkan 3 jenis limbah utama yang dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak yaitu pelepah daun kelapa sawit, lumpur minyak sawit dan bungkil inti sawit. Limbah ini cukup berlimpah sepanjang tahun, namun penggunaannya sebagai bahan baku pembuatan Briket masih belum maksimal.

Pelepah daun sawit merupakan hasil sampingan dari pemanenan buah sawit. Bila dilihat dari segi ketersediaannya maka pelepah dan daun sawit sangat potensial digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket.

Siklus pemangkasan setiap 14 hari, tiap pemangkasan sekitar 3 pelepah daun dengan berat 1 pelepah mencapai 10 kg. Satu ha lahan ditanami sekitar 148 pohon sehingga setiap 14 hari akan dihasilkan \pm 4.440 kg atau 8.880 kg/bulan/ha.

2.3.7 Morfologi Tumbuhan Kelapa Sawit

1. Daun

Pengetahuan tentang daun kelapa sawit dan perkembangannya sangat penting bagi staf perkebunan. Pada daun itulah, terletak “pabrik” yang sebenarnya bagi produksi MKS dan IKS.

2. Batang

Batang kelapa sawit terdiri dari pembuluh-pembuluh yang terikat secara diskrit dalam jaringan parenkim. Meristem pucuk terletak dekat ujung batang, dimana pertumbuhan batang sedikit agak membesar. Aktivitas meristem pucuk hanya memberikan sedikit kontribusi terhadap jaringan batang karena fungsi utamanya yaitu menghasilkan daun dan infloresen bunga. Seperti umumnya tanaman monokotil, penebalan sekunder tidak terjadi pada batang.

Hal yang menarik dari sistem pembuluh kelapa sawit yaitu panjangnya umur sel-sel phloem. Sel-sel tersebut bertanggung jawab terhadap pergerakan asimilat ke bawah. Pada spesies dikotil yang mengalami penebalan sekunder, sel-sel phloem berganti setiap tahun atau dapat bertahan hanya sampai 5-10 tahun.

Pada spesies palem-paleman yang tidak mempunyai pertumbuhan sekunder, sel-sel phloem bertahan sepanjang umur tanaman tersebut. Perbedaan antara sieve tube tanaman kelapa umur 50 tahun dengan sieve tube kebanyakan tanaman Angiospermae muda hanyalah pada adanya kotoran/slime dan terbentuknya kalosa (sejenis polisakarida). Kedua hal ini berhubungan dengan penyumbatan sieve plate di antara sieve tube yang berdekatan.

Sedikit kalosa kadang-kadang dapat ditemui pada sieve plate kelapa sawit, tetapi tidak terdapat “kotoran”. Fungsi batang sebagai organ penimbunan zat makanan belum diketahui dengan jelas, tetapi umumnya batang mengandung sejumlah besar karbohidrat dan mineral, seperti kalium dan nitrogen.

3. Akar

Akar terutama sekali berfungsi untuk menunjang struktur batang di atas tanah, menyerap air dan unsur-unsur hara dari dalam tanah serta sebagai salah satu alat respirasi. Sistem perakaran kelapa sawit merupakan sistem akar serabut, terdiri dari akar primer, sekunder, tersier dan kuartener. Akar primer umumnya berdiameter 6-10 mm, keluar dari pangkal batang dan menyebar secara horisontal dan menghujam ke dalam tanah dengan sudut yang beragam.

4. Bunga

Bunga kelapa sawit merupakan bunga majemuk yang terdiri dari kumpulan spikelet dan tersusun dalam infloresen yang berbentuk spiral. Bunga jantan maupun bunga betina mempunyai ibu tangkai bunga (peduncle/rachis) yang merupakan struktur pendukung spikelet. Umumnya dari pangkal rachis muncul sepasang daun pelindung yang membungkus infloresen sampai dengan saat-saat menjelang terjadinya anthesis. Dari rachis ini, terbentuk struktur triangular bract yang kemudian membentuk tangkai-tangkai bunga/spikelets.

4. Buah

Buah kelapa sawit digolongkan sebagai buah drupe, terdiri dari pericarp yang terbungkus oleh exocarp/kulit, mesocarp dan endocarp/cangkang yang membungkus 1-4 inti/kernel. Inti memiliki testa/kulit, endosperm yang padat dan sebuah embrio.

2.4 Standar Mutu Briket

Briket merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan sebagian dari kegunaan minyak tanah. Biobriket merupakan bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organik. Bahan baku pembuatan arang bioarang pada umumnya berasal dari, tempurung kelapa, serbuk gergaji, dan bungkil sisa pengepresan biji-bijian dan bahan-bahan yang mengandung kadar selulosa yang tinggi. Pembuatan briket arang dari limbah dapat dilakukan dengan

menambah bahan perekat, dimana bahan baku diarangkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak dengan sistem hidrolik maupun dengan manual dan selanjutnya dikeringkan (Andriati, 2008).

Tabel 2.1 Standar Nasional Indonesia Briket Arang (SNI 01-6235-2000)

No	Sifat- sifat Briket Arang	Standar Nasional Indonesia (SNI No. 01-6235-2000)
1.	Kadar air (%)	≤ 8
2.	Kadar abu (%)	≤ 8
3.	Karbon terikat (%)	≥ 77
4.	Kerapatan (gr/cm^3)	-
5.	Zat mudah menguap (%)	≤ 15
6.	Nilai kalor (cal/g)	≥ 5000

(Sumber: Kirana 1985 dalam Trisno, 2000)

Ada beberapa faktor dan parameter uji yang mempengaruhi kualitas briket seperti kadar air, kadar abu, kandungan zat terbang zat, nilai kalor, zat karbon terikat suatu briket bioarang.

a. Kandungan Air

Air yang terkandung dalam produk dinyatakan sebagai kadar air. Kadar air bahan bakar padat ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam bahan bakar padat dengan berat kering bahan bakar padat tersebut. Semakin besar kadar air yang terdapat pada bahan bakar padat maka nilai kalornya semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Penentuan kadar air dengan cara menguapkan air yang terdapat dalam bahan dengan oven dengan suhu $100 - 105^{\circ}\text{C}$ dalam jangka waktu tertentu (3-24 jam) hingga

seluruh air yang terdapat dalam bahan menguap atau berat bahan tidak berubah lagi.

b. Kandungan Abu

Semua briket mempunyai kandungan zat anorganik yang dapat ditentukan jumlahnya sebagai berat yang tinggal apabila briket dibakar secara sempurna. Zat yang tinggal ini disebut abu. Abu briket berasal dari pasir dan bermacam- macam zat mineral lainnya. Briket dengan kandungan abu yang tinggi sangat tidak menguntungkan karena akan membentuk kerak. Abu berperan menurunkan mutu bahan bakar padat karena dapat menurunkan nilai kalor. Penentuan kadar abu dengan cara membakar bahan dalam tanur (furnace) dengan suhu 600°C selama 3-8 jam sehingga seluruh unsur pertama pembentuk senyawa organik ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2\text{N}$) habis terbakar dan berubah menjadi gas. Sisanya yang tidak terbakar adalah abu yang merupakan kumpulan dari mineral-mineral yang terdapat dalam bahan.

c. Kadar Karbon

Karbon terikat (fixed carbon) adalah fraksi karbon (C) yang terikat di dalam arang selain fraksi air, zat menguap dan abu. Keberadaan karbon terikat di dalam briket arang dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap. Kadarnya akan bernilai tinggi apabila kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap pada briket rendah. Karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor pembakaran briket arang. Nilai kalor briket arang akan tinggi jika nilai karbon terikatnya juga tinggi. Semakin

tinggi kandungan karbon terikat pada briket arang maka semakin tinggi pula nilai kalor briket arang yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena di dalam proses pembakaran membutuhkan karbon yang akan bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan kalor.

d. Kerapatan

Tinggi rendahnya kerapatan dari briket arang akan sangat berpengaruh pada kualitas briket yang dihasilkan, kerapatan ini sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel yang digunakan. Menurut Sudrajat (1982) standar kualitas briket bioarang adalah $> 0,7 \text{ gr/cm}^3$, kerapatan briket arang dipengaruhi oleh kualitas bahan yang digunakan. Kualitas bahan briket dengan kerapatan tinggi cenderung menghasilkan arang atau briket arang yang mutunya tinggi, contohnya adalah kayu. Kerapatan ini juga sangat dipengaruhi ukuran partikel arang yang dicetak menjadi briket makin kecil ukuran yang dicetak menjadi briket, maka kerapatan briket arang yang dihasilkan semakin tinggi.

e. Kandungan Zat Terbang (*Volatile Meter*)

Zat terbang terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti hidrogen, karbon monoksida (CO), dan metana (CH₄), tetapi kadang-kadang terdapat juga gas-gas yang tidak terbakar seperti CO₂ dan H₂O. Volatile matter adalah bagian dari briket dimana akan berubah menjadi volatile matter (produk) bila briket tersebut dipanaskan tanpa udara pada suhu lebih kurang 950°C. Untuk kadar volatile matter kurang lebih dari 40% pada pembakaran akan memperoleh nyala yang panjang dan akan

memberikan asap yang banyak. Sedangkan untuk kadar volatile matter rendah antara (15-25)% lebih disenangi dalam pemakaian karena asap yang dihasilkan sedikit. Volatile matter berpengaruh terhadap pembakaran briket. Semakin banyak kandungan volatile matter pada briket semakin mudah untuk terbakar dan menyala.

f. Nilai Kalor

Kalor adalah energi yang dipindahkan melintasi batas suatu sistem yang disebabkan oleh perbedaan temperatur antara suatu sistem dan lingkungannya. Nilai kalor bahan bakar dapat diketahui dengan menggunakan kalorimeter. Bahan bakar yang akan diuji nilai kalornya dibakar menggunakan kumparan kawat yang dialiri arus listrik dalam bilik yang disebut bom dan ditenamkan di dalam air. Bahan bakar yang bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan kalor, hal ini menyebabkan suhu kalorimeter naik. Untuk menjaga agar panas yang dihasilkan dari reaksi bahan bakar dengan oksigen tidak menyebar ke lingkungan luar maka kalorimeter dilapisi oleh bahan yang bersifat isolator. Nilai kalor bahan bakar termasuk jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu gram bahan bakar tersebut dengan meningkatkan temperature 1 gram air dari $3,5^{\circ}\text{C}$ – $4,5^{\circ}\text{C}$ dengan satuan kalori, dengan kata lain nilai kalor adalah besarnya panas yang diperoleh dari pembakaran suatu jumlah tertentu bahan bakar didalam zat asam, makin tinggi berat jenis bahan bakar, makin tinggi nilai kalor yang diperoleh.

Dari kalor pembakaran dapat diperoleh panas pembentukan senyawa-senyawa organik. Kalor pembakaran mempunyai arti penting pada bahan-bahan bakar, sebab nilai suatu bahan bakar ditentukan oleh besarnya kalor pembakaran zat yang bersangkutan (Dogra, 2008).

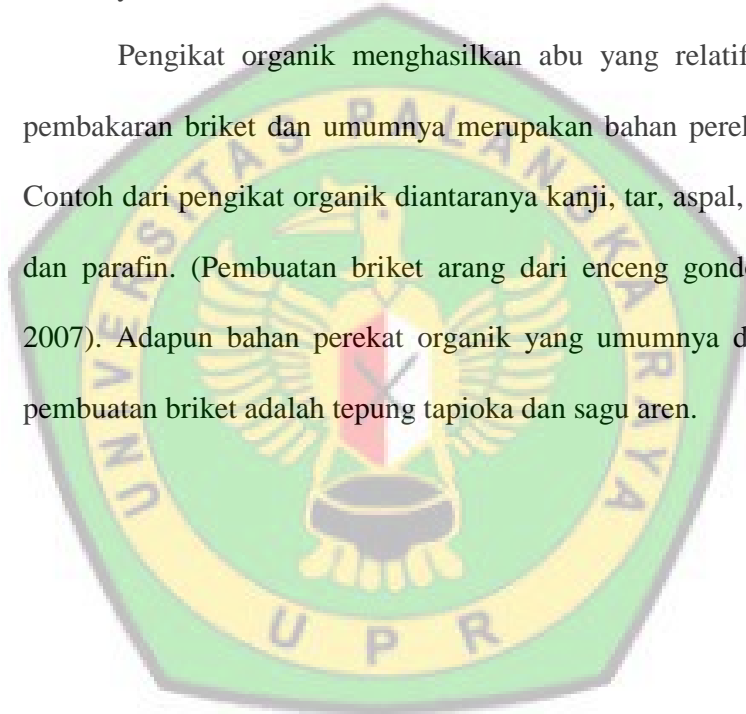
2.5. Perekat Tapioka

Perekat tapioka umum digunakan sebagai bahan perekat akan sedikit menurunkan nilai kalornya bila dibandingkan dengan nilai kalor kayu dalam bentuk aslinya (Sudrajat dan Soleh, 1994 dalam Diah Sundari Wijayanti, 2009, Karakteristik briket arang dari serbuk gergaji dengan penambahan arang cangkang kelapa sawit).

Perekat pati dalam bentuk cair sebagai bahan perekat menghasilkan briket arang bernilai rendah dalam hal kerapatan, keteguhan tekan, kadar abu dan zat mudah menguap, tetapi akan lebih tinggi dalam hal kadar air, karbon terikat dan nilai kalornya apabila dibandingkan dengan briket arang yang menggunakan perekat molase atau tetes tebu (Sudarajat et al, 2006 dalam Diah Sundari Wijayanti, 2009, Karakteristik briket arang dari serbuk gergaji dengan penambahan arang cangkang kelapa sawit).

Menurut Triono (2006) dalam Diah Sundari Wijayanti, 2009 mengenai karakteristik briket arang dari serbuk gergaji dengan penambahan arang cangkang kelapa sawit) kadar perekat dalam briket arang tidak boleh terlalu tinggi karena dapat mengakibatkan penurunan mutu briket arang yang sering menimbulkan banyak asap. Kadar perekat yang digunakan umumnya tidak lebih dari 5 %.

Pengikat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik diantaranya kanji, tar, aspal, amilum, molase dan parafin. (Pembuatan briket arang dari enceng gondok, Tobing F.S, 2007). Adapun bahan perekat organik yang umumnya digunakan dalam pembuatan briket adalah tepung tapioka dan sagu aren.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1 Lokasi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak di JL.G. OBOS XXI Kelurahan Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah dengan titik kordinat Garis bujur $113^{\circ}52'25.8348''$ E dan Garis lintang $2^{\circ}14'19.2372''$ S, merupakan daerah yang relatif cukup mudah di jangkau, dari Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya. Dan untuk jarak kampus dari lokasi pengambilan sampel terletak di Kelurahan Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. kurang lebih $\pm 5,2$ Km bisa di tempuh dengan waktu tempuh kurang lebih ± 12 menit dengan menggunakan kendaraan roda dua dan roda empat dengan kondisi jalan beraspal. Adapun peta lokasi kesampaian daerah dapat dilihat di lampiran.



Gambar 3.1. Jalan Menuju Lokasi Pengambilan Sampel
(Sumber : Dokumentasi Penelitian 2021)



Gambar : 3.2 Lokasi Penelitian Sampel
(Sumber : Dokumentasi Penelitian 2021)

3.1.2 Geologi Regional

Geologi regional daerah penelitian termasuk kedalam peta geologi Lembar Palangka Raya, skala 1: 100.000, dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Secara regional formasi tersusun dari muda ketua.

(*Qa*) Aluvium di susun oleh gambut, pasir lepas, lempung dan lempung kaolinan. Gambut berwarna coklat kehitaman merupakan endapan rawa. Pasir lepas berwarna kekuningan, halus – kasar, merupakan endapan sungai. Lempung berwarna kelabu kecoklatan, mengandung sisa tumbuhan, sangat lunak, terdapat di daerah pasang surut. Lempung kaolinan berwarna putih kekuningan, bersifat liat. Satuan ini tebalnya sekitar 50 – 100 meter.

(*TQd*) Formasi Dahor : di susun oleh konglomerat yang berselingan dengan batu pasir dan batu lempung. Konglomerat berwarna coklat kehitaman, agak padat, fragmen terdiri dari kuarsit dan basal berukuran 1 – 3 cm, ke master buka dengan matriks yang berukuran pasir. Batu pasir

berwarna kekuningan sampai kelabu, berbutir sedang – kasar, setempat berstruktur silang – silur. Batu lempung berwarna kelabu, agak lunak, karbonan, setempat mengandung lignit, tersingkap sebagai sisipan dalam batu pasir dengan ketebalan 20 – 60 cm. Umur formasi ini diperkirakan Miosen Tengah sampai Plistosen berdasarkan korelasi dengan formasi Dahor di lembar Tewah (Suminta dipura, 1976). Tebal formasi ini sekitar 300 meter dan di endapkan di lingkungan paralik.

(Tb) Basal: berwarna kelabu kehijauan, berhablur penuh, berbutir tak sama, halus – sedang, porfiritik dengan massa sulung plagioklas dan piroksin yang tertanam dalam massa dasar. Di beberapa tempat memperlihatkan struktur diabas dan ada juga yang berkomposisi andesit piroksin. Gejala bahan tampak dengan adanya klorit dan mineral lempung. Batuan ini diduga berumur Eosen sampai Oligosen karena diduga menerobos batuan granit (Kapur Akhir).

(Kgr) Granit: merupakan batuan plutonik dengan komposisi granit – granodiorite, berwarna putih berbintik hitam, berhablur penuh, berbutir menengah, hipidiomorf. Mineral penyusunnya terdiri dari orthoklas, kuarsa, plagioklas dan hornblende serta sedikit biotit. Beberapa sayatan menunjukkan texture pertit, granofir, grafik dan mirmekrit. Di lembar Tewah batuan ini menunjukkan umur Kapur Akhir (76 – 8,7 juta tahun), Sumintadipura (1976).

(*TRv*) Batuan Gunung Api: di susun oleh breksi gunung api, basal dan tufa. Breksi gunung api berwarna kelabu kehijauan, sangat kompak, fragmen terdiri atas andesit, basal dan rijang dengan diameter 2 – 3 cm, setempat kaya akan bijih besi dan limonit. Basal berwarna coklat kemerahan, pejal, setempat berongga. Tufa berwarna kelabu kemerahan, berupa abu gunung api, berbutir sangat halus, di beberapa tempat mengandung lapilli berukuran sampai 5 cm. Emmichoven (1939) mengelompokkan satuan ini kedalam kompleks Matan yang berumur Trias.

(*TRm*) Kuarsit: berwarna coklat kekuningan, jika teroksidasi berwarna kemerahan. Secara mikroskop batuan ini memperlihatkan tekstur granoblastik dengan mineral penyusun kuarsa dan ortoklas dan kemas saling mengunci. Berdasarkan kesamaan batuan di lembar Tewah di perkiraan batuan ini berumur Trias (Suminta di pura, 1976).

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang di gunakan dalam penelitian adalah :

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. Kaleng (Blek) | 7. Sendok Makan |
| 2. Pipa ½ inci | 8. Kamera |
| 3. Ember | 9. Saringan |
| 4. Cetakan | 10. Gelas Ukur |
| 5. Alat tulis | 11. Termometer |
| 6. Kaos tangan | 12. Alat Press |

3.2.2 Bahan

Bahan yang di gunakan dalam penelitian adalah :

1. Daun Ketapang Kering
2. Pelepah Kelapa Sawit kering
3. Tepung tapioka
4. Air 1 liter

3.3 Tata Laksana

3.3.1. Langkah Kerja

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan usulan Skripsi, mempelajari buku-buku literatur dan buku petunjuk maupun buku panduan yang tersedia dan berkaitan dengan masalah yang diangkat. Sasaran utama studi pendahuluan ini adalah gambaran umum daerah penelitian.

b. Tahap Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder.

- Data primer, meliputi pengumpulan data primer dilakukan dengan pengambilan data dari awal pembutan briket meliputi berat daun basah, berat daun kering hasil pengujian briket pada uji pembakaran.
- Data sekunder, meliputi pengumpulan data peta kesampaian daerah penelitian, geologi daerah penelitian, data hasil uji laboratorium dan Sumber data sekunder yaitu studi pustaka.

c. Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengolah data pembuatan briket arang dari daun ketapang dan pelepah kelapa sawit.
- Menghitung dan menganalisa besar kalori yang dihasilkan dari bahan baku daun ketapang dan pelepah kelapa sawit ditambah daun berbagai kategori.

3.3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan metode yang lebih menekankan pada aspek pengukuran secara objektif terhadap fenomena dilapangan.

Teknik pengumpulan data di tempuh dengan prosedur penelitian yang mencakup :

a. Studi Literatur

Studi literatur di lakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang kegiatan penelitian, yang di peroleh dari :

- Instansi terkait
- Perpustakaan
- Grafik dan tabel
- Internet dan informasi penunjang lainnya

b. Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan di lakukan untuk mendapat kan data-data yang di perlukan secara langsung di lapangan. Pengambilan dan pangamatan sampel yang di perlukan untuk pembuatan briket.

1. Persiapan sampel

Daun ketapang dan pelepah kelapa sawit yang telah di pruning dari pohon di kumpulkan dan di keringkan terlebih dahulu selama 14 (enam) hari sebelum di lakukan proses pengarangan.

2. Pengarangan

Pengarangan di lakukan dengan daun ketapang dan pelepah kelapa sawit yang sudah kering di bakar dalam kaleng (blek) sampai semua sampel daun ketapang dan pelepah kelapa sawit menjadi arang.

3. Pembuatan arang aktif

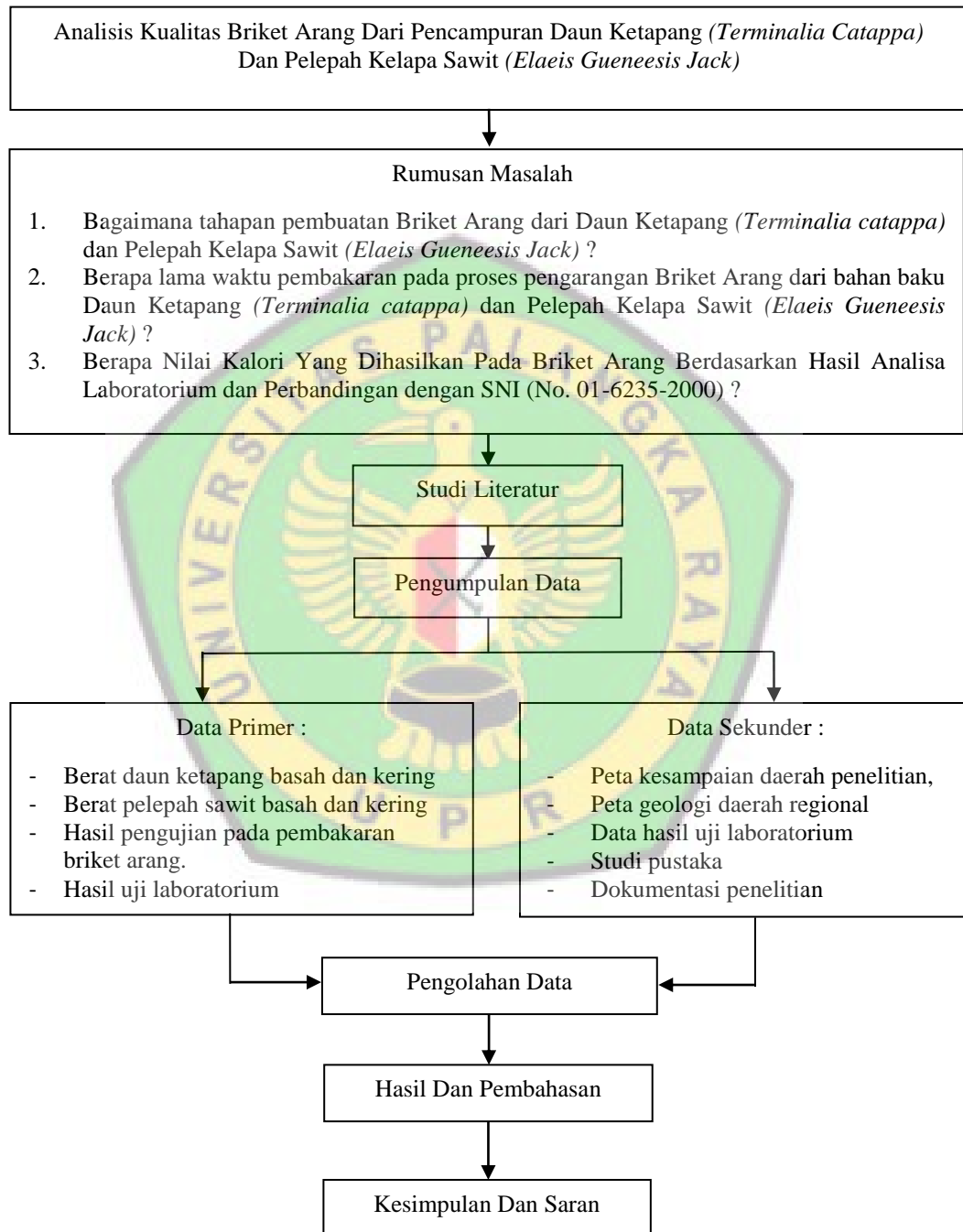
Pembuatan arang aktif menggunakan kaleng nastar yang berukuran sedang dan anti karat. Jika telah mencapai suhu tersebut di lakukan aktivasi dengan mengalirkan uap H₂O selama 30 menit dengan suhu uap 800 °C serta tekanan sebesar 1000 atm.

4. Pengujian kualitas arang dan arang aktif

Pengujian sifat arang dan arang aktif di lakukan untuk mengetahui sifat fisis dan sifat kimianya, sehingga dapat di ketahui mutu dan kualitas arang tersebut.

3.4 Diagram Alir Proses Penelitian

Tahapan proses penelitian dapat di lihat melalui gambar berikut ini:



Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Tahapan Pembuatan Briket Arang Dari Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Dan Pelelah Kelapa Sawit (*Elaeis Gueneesis Jack*).

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam kegiatan Tahapan Pembuatan Briket Arang dari Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit yaitu :

4.1.1.1 Persiapan Alat dan Bahan

Tahapan ini ialah mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam Pembuatan Briket arang dari Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit. Dimana persiapan alat dan bahan sangat menunjang dalam pembuatan Briket ini, bila ada alat atau bahan yang kurang pembuatan akan jadi terhambat dan terhenti sementara mencari kekurangan alat dan bahan yang tidak siap. Berikut ini adalah alat dan bahan yang dipergunakan dalam Pembuatan briket arang dari Daun Ketapang Dan Pelelah Kelapa Sawit.

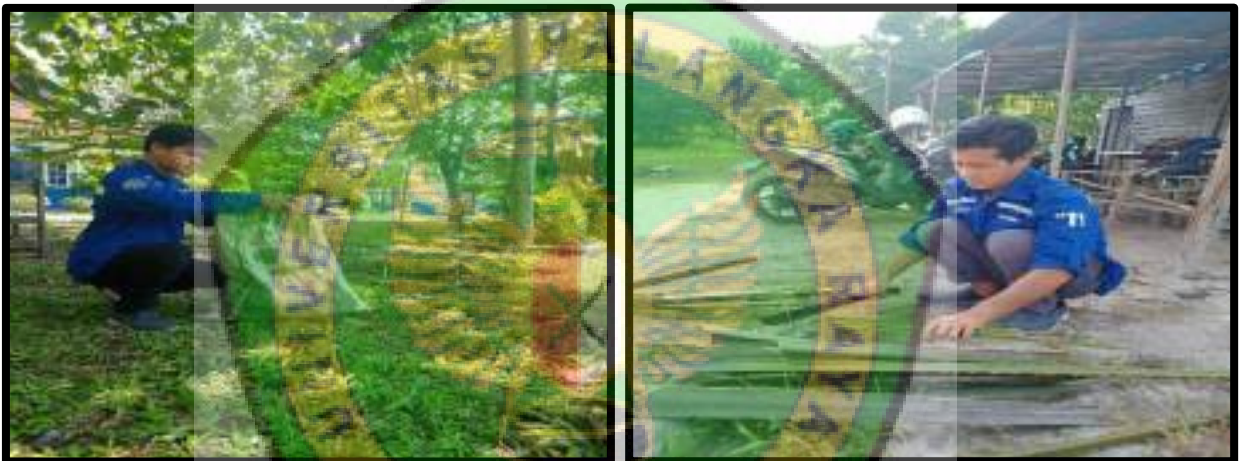
Tabel 4.1 Alat Dan Bahan Pembuatan Briket Arang Dari Daun Ketapang Dan Pelelah Kelapa Sawit

NO	Jenis Alat dan Bahan	Ukuran	Jumlah
1	Kaleng kue Nastar (Blek)	L24 x T33 m	4 buah
2	Pipa ½ inci	½ inci	1 buah
3	Ember	18 liter	2 buah
4	Cetakan	-	1 buah
5	Alat Tulis	-	1 buah
6	Kaos Tangan	-	1 buah
7	Sendok Makan	-	1 buah
8	<i>Kamera</i>	-	1 buah
9	Saringan	20 mesh	1 buah
10	Gelas Ukur	1 liter	1 buah

11	Termometer Oven	61 x 35 70 mm	1 buah
12	Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit	44 kg	2 Karung
13	Tepung Tapioka	500 gram	1 buah

4.1.1.2 Pengumpulan Bahan

Pengumpulan bahan merupakan tahapan awal dari briket arang daun ketapang dan pelepah kelapa sawit, bahan utama yang disediakan untuk pembuatan briket arang adalah daun ketapang dan pelepah kelapa sawit.



Gambar 4.1 Pengumpulan bahan daun ketapang dan pelepah kelapa sawit.



Gambar 4.2 Penimbangan bahan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit.

Pengumpulan Daun Ketapang dan Pelepah kelapa Sawit sebanyak masing-masing 1 karung (daun ketapang) dan 1 karung (Pelepah kelapa Sawit).



Gambar 4.3 Tepung Tapioka

Tepung tapioka berguna sebagai campuran untuk perekat Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit yang sudah melalui proses pembakaran dan penghalusan. Agar Briket tidak mudah hancur atau pun retak saat proses pencetakan.

4.1.1.3 Pengeringan Bahan Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit

Pada tahapan pengeringan ini di lakukan untuk mempermudah dalam proses pembakaran yaitu mengurangi kadar air yang masih terkandung dalam Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit tersebut. Sehingga dalam proses pembakaran merata.



Gambar 4.4 Proses Pengeringan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit

Proses pengeringan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit dilakukan dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari selama 15 x 24 jam atau lima belas hari. Setelah proses ini maka akan dilakukan proses selanjutnya.

Tabel 4.2 Berat Basah dan Berat Kering Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit.

Jenis Bahan Baku	Berat Basah (Kg)	Berat Kering (Kg)
Daun Ketapang	18,79 (Kg)	8,30 (Kg)
Pelepah Kelapa Sawit	26,60 (Kg)	15,55 (Kg)

4.1.1.4 Pembakaran Daun ketapang dan Pelepah kelapa Sawit

Pada proses pembakaran dimana bahan yang sudah di keringkan atau sudah di jemur akan di masukan ke dalam suatu kaleng (Blek) yang sudah di buat lubang udara pada bagian bawah dan samping kaleng blek tersebut. Lalu menghidupkan api di dalam blek tunggu sampai daun ketapang dan pelepah kelapa sawit berbentuk menjadi arang.



Gambar 4.5 Proses Pembakaran Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa sawit.



Gambar 4.6 Setelah Proses Pembakaran.

Berikut ini tabel lama proses pengarangan daun ketapang dan pelepah kelapa sawit, serta tabel pengujian pembakaran sampel briket yang dilakukan dalam penelitian :

Tabel 4.3 Lama Proses Pengarangan daun ketapang

No	Waktu Pembakaran Daun Ketapang (Menit)		
	Kaleng I	Kaleng II	Kaleng III
1	50	80	60
2	60	85	70
Rata-rata	55	82,5	65
Total rata-rata	67,5		

Tabel diatas menunjukkan lama waktu dalam proses pengarangan untuk, waktu yang dihasilkan dalam setiap kaleng berbeda -

beda, karena jumlah daun yang dimasukkan ke dalam kaleng tidak sama banyak.

Tabel 4.4 Lama Proses Pengarangan Pelepah Kelapa Sawit

No	Waktu Pembakaran Pelepah Kelapa Sawit (Menit)		
	Kaleng I	Kaleng II	Kaleng III
1	85	80	75
2	80	82	80
Rata-rata	82,5	81	77,5
Total rata-rata	80,33		

Tabel diatas menunjukkan lama waktu dalam proses pengarangan pelepah kelapa sawit, waktu yang dihasilkan dalam setiap kaleng berbeda – beda, karena jumlah pelepah yang dimasukkan ke dalam kaleng tidak sama banyak.

Tabel 4.5 Waktu dan Suhu Proses Pengarangan Daun Ketapang.

Material	Berat Material (kg)	Waktu (Menit)	Suhu (°C)
Daun Ketapang	0,5 Kg	0	0
		5	100
		10	95
		15	90
		20	85
		25	80
		30	70
		35	65
		40	65
		45	60
		50	50
Rata-rata Suhu (°C)		73,3	

Tabel diatas menunjukkan waktu dan suhu dalam proses pengarangan daun ketapang, suhu didapat dengan cara memasang termometer oven pada kaleng tempat pembakaran sampel yang digunakan. Jumlah sampel daun ketapang yang dimasukan kedalam kaleng sebanyak 500 gram.



Gambar 4.7 Foto kaleng tempat membakar sampel.

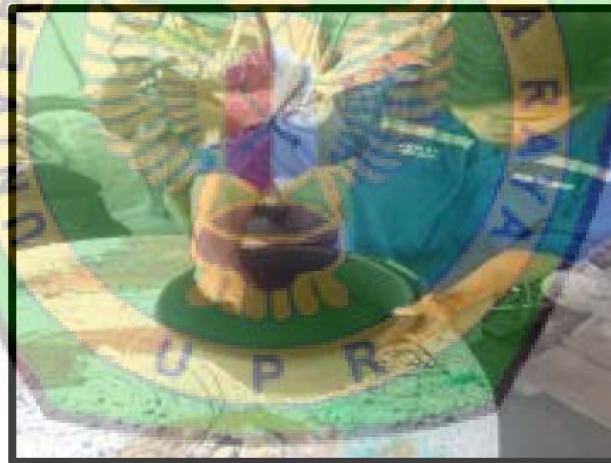
Tabel 4.6 Waktu dan Suhu Proses Pengarangan Pelepah Kelapa Sawit.

Material	Berat Material (kg)	Waktu (Menit)	Suhu (°C)
Pelepah Kelapa Sawit	1 Kg	0	0
		5	120
		10	120
		15	115
		20	85
		25	80
		30	81
		35	80
		40	80
		45	75
		50	65
		55	70
		60	65
		65	60
		70	65
		75	65
		80	60
85	50		
Rata-rata Suhu (°C)		78,58	

Tabel diatas menunjukkan waktu dan suhu proses pengarangan pelepah kelapa sawit. Jumlah sampel pelepah kelapa sawit yang dimasukan kedalam kaleng sebanyak 1 kg.

4.1.1.5 Proses Penghalusan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit.

Pada tahap ini Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit yang sudah dibakar akan dilakukan penghalusan dengan cara ditumbuk dialam suatu lesung besi, proses penghalusan sangat berguna saat proses pencetakan atau pembentukan briket. Dan alat yang digunakan dalam proses ini ialah lesung besi atau palu bodem sebagai alat tumbuk sehingga daun ketapang dan pelepah kelapa sawit menjadi remuk.



Gambar 4.8 Proses penghalusan daun ketapang dan pelepah kelapa sawit.

Setelah proses penghalusan dilakukan dengan ukuran tertentu maka akan dilakukan proses selanjutnya yaitu proses penyaringan.

4.1.1.6 Proses Penyaringan Bahan Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit.

Pada proses ini bahan daun ketapang dan pelepah kelapa sawit yang sudah melewati proses penghalusan maka akan dilakukan proses penyaringan dengan alat penyaring tepung, proses ini dilakukan untuk mendapatkan ukuran bahan yang secara merata.



Gambar 4.9 Proses penyaringan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit.

Tabel 4.7 Berat basah, berat kering dan berat serbuk arang yang dihasilkan

Jenis Bahan	Berat (Kg)		
	Basah	Kering	Serbuk Arang
Daun Ketapang	18,79 kg	8,30 kg	3,050 kg
Pelepah Kelapa Sawit	26,60 kg	15,55 kg	4,955 kg
Total berat	45,39 kg	23,85 kg	8,005 kg

Tabel 4.8 Berat Bahan Baku pada Perlakuan

Perlakuan	Perbandingan	Daun Ketapang (kg)	Pelepah Kelapa Sawit (kg)	Perekat (kg)
I	50%:50%	0,5 kg	0,5 kg	0,05 kg
II	70%:30%	0,7 kg	0,3 kg	0,05 kg
III	30%:70%	0,3 kg	0,7 kg	0,05 kg

4.1.1.7 Proses Pembuatan Perekat Briket

Dalam proses pembuatan perakat briket bahan utama yang digunakan ialah tepung tapioka dan air mineral. Jumlah bahan tepung tapioka 50 gram, dan air mineral 1 liter.



Gambar 4.10 Proses Pembuatan Perekat Briket.

Pada proses ini air mineral dan tepung tapioka di rebus hingga panas sambil diaduk supaya tidak menggumpal, kemudian di campur dengan arang serbuk yang sudah dihaluskan, lalu diamkan sampai dingin.

4.1.1.8 Proses Pencampuran Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit dan Perekat.

Pada proses ini bahan Daun ketapang dan Pelelah kelapa Sawit yang sudah diolah menjadi halus, akan di campurkan dengan bahan perekat. Tahap ini sangat berguna untuk proses pencetakan briket.

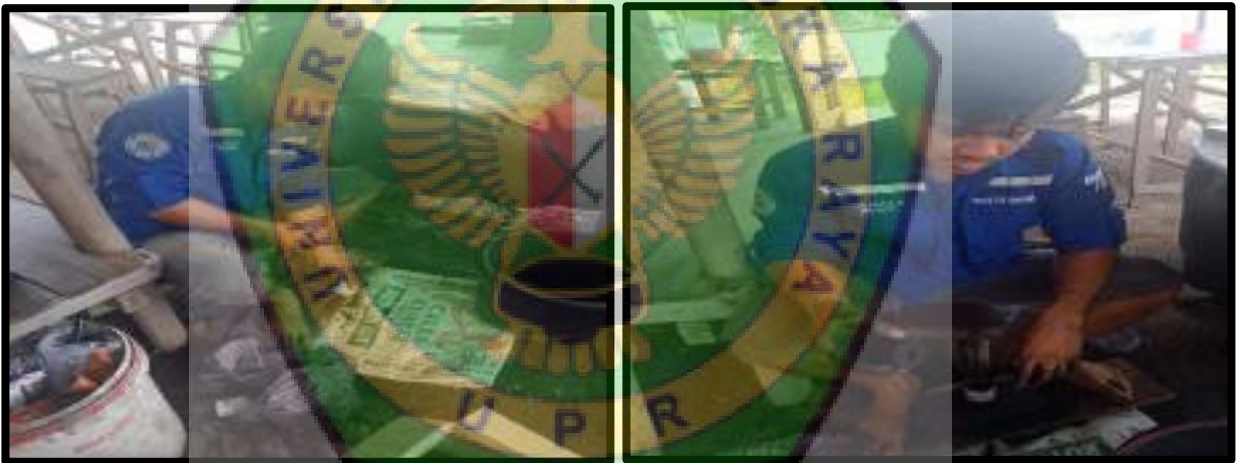


Gambar 4.11 Proses pencampuran serbuk arang dan perekat.

Bahan Daun Ketapang dan Pelelah Kelapa Sawit yang di campur dengan perekat diaduk hingga merata, pencampuran bahan dasar harus seimbang agar pada saat pencetakan briket tidak retak atau mengalami kerusakan.

4.1.1.9 Proses Pencetakan Briket

Pada tahap ini bahan dasar pembuatan briket yang telah di siapkan, akan di masukan ke dalam potongan pipa yang berdiameter $\frac{1}{2}$ inci. Kemudian pipa yang berisi bahan dasar akan di pres menggunakan alat pres sederhana. Ukuran sampel briket yang sudah dicetak memiliki diameter (4,5 cm), tinggi (5 cm), dan diameter pori (1,3 cm).



Gambar 4.12 Proses Pencetakan Briket.

4.1.1.10 Proses Pengeringan Briket

Tahap ini memasuki proses akhir dari pembuatan briket yaitu proses pengeringan dengan menggunakan sinar matahari secara langsung. Pengeringan briket ini dilakukan selama 5x24 jam atau tergantung dari cuaca pada saat proses pengeringan



Gambar 4.13 Proses Pengeringan Briket.

Setelah tahapan pengeringan dilakukan maka akan dikemas untuk melakukan uji kandungan kalori yang berada pada briket tersebut.

4.1.2 Lama Waktu Terbakarnya Briket Arang dari Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit.

4.1.2.1 Briket Arang Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit Perbandingan (50%:50%)

Sampel briket yang sudah kering, dibakar sampai menjadi arang dalam kaleng yang sudah dipasang termometer, kemudian waktu dan suhu dicatat per 5 menit sampai sampel briket habis menjadi abu, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.9 Waktu dan Suhu Uji Bakar Briket Arang Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit.

Briket	Waktu (Menit)	Suhu (°C)
Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit	0	0
	5	50
	10	50
	15	60
	20	61
	25	65
	30	70
	35	72
	40	72
	45	70
	50	70
	55	70
60	70	
Rata-rata suhu (°C)	65	

Tabel diatas menunjukkan waktu dan suhu pada pembakaran briket arang dari daun ketapang dan pelepah kelapa sawit. Sampel briket yang dibakar sebanyak 1 buah.

4.1.2.2 Briket Arang Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit Perbandingan (70%:30%)

Sampel briket yang sudah kering, dibakar sampai menjadi arang dalam kaleng yang sudah dipasang termometer, kemudian waktu dan suhu dicatat per 5 menit sampai sampel briket habis menjadi abu, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.10 Waktu dan Suhu Uji Bakar Briket Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit.

Briket	Waktu (Menit)	Suhu (°C)
Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit	0	0
	5	50
	10	50
	15	50
	20	51
	25	60
	30	68
	35	65
	40	70
	45	71
	50	70
	55	70
	60	69
	65	70
	70	68
	75	65
	80	70
Rata-rata suhu (°C)	63,56	

Tabel diatas menunjukkan waktu dan suhu pada pada pembakaran briket daun ketapang dan pelepah kelapa sawit. Sampel briket yang dibakar sebanyak 1 buah.

4.1.2.3 Briket Arang Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit Perbandingan (30%:70%)

Sampel briket yang sudah kering, dibakar sampai menjadi arang dalam kaleng yang sudah dipasang termometer, kemudian waktu dan suhu dicatat per 5 menit sampai sampel briket habis menjadi abu, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.11 Waktu dan suhu uji bakar briket Arang Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit.

Briket	Waktu (Menit)	Suhu (°C)
Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit	0	0
	5	50
	10	50
	15	60
	20	60
	25	62
	30	65
	35	68
	40	70
	45	65
	50	60
	55	61
	60	60
65	60	
Rata-rata suhu (°C)	60,84	

Tabel diatas menunjukkan waktu dan suhu pada pembakaran briket arang daun ketapang dan pelepah kelapa sawit. Sampel briket yang dibakar sebanyak 1 buah.

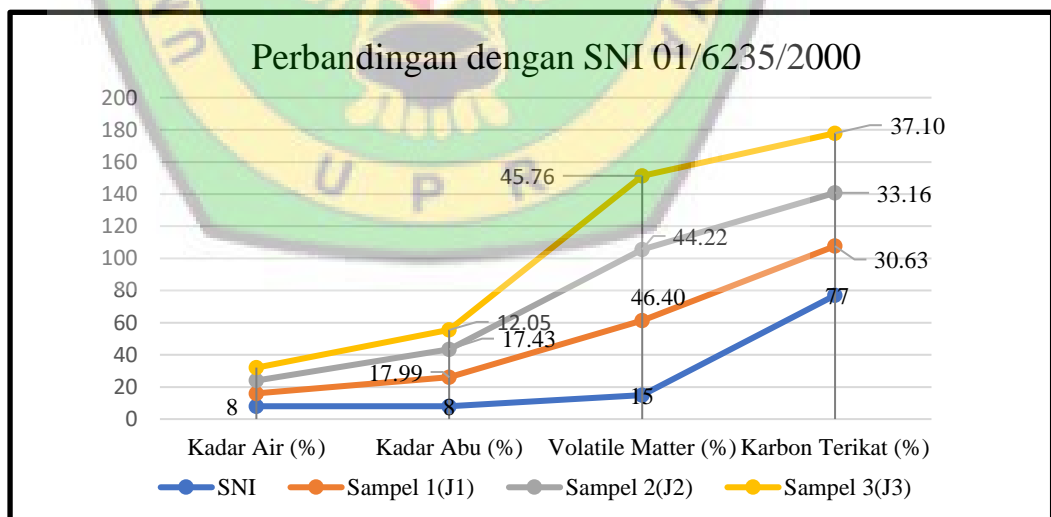
4.1.3 Kualitas Briket Arang Dan Perbandingan Dengan Standard Nasional Indonesia (SNI 01/6235/2000)

Berikut hasil pengujian laboratorium yang dilakukan pada Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Banjarbaru Kalimantan Selatan dan perbandingan hasil uji laboratorium dengan Standard Nasional Indonesia Briket Arang.

Tabel 4.12 Hasil Uji Hasil Pengujian Kualitas Briket

NO	Parameter	Hasil Uji			Standar Nasional Indonesi a
		P.1873 (J1)	P.1874 (J2)	P.1875 (J3)	
1	Kadar Air (%)	4,98	5,19	5,09	≤ 8
2	Kadar Abu (%)	17,99	17,43	12,05	≤ 8
3	<i>Volatile Matter</i> (%)	46,40	44,22	45,76	≤ 15
4	Karbon Terikat (%)	30,63	33,16	37,10	≥ 77
5	Nilai Kalor (Cal/g)	4927,4692	4700,7912	5450,8324	≥ 5000

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium)



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan dengan SNI

4.1.3.1 Kadar Air

Kadar air briket merupakan perbandingan berat air yang terkandung dalam briket dengan berat kering briket tersebut. Berikut hasil uji

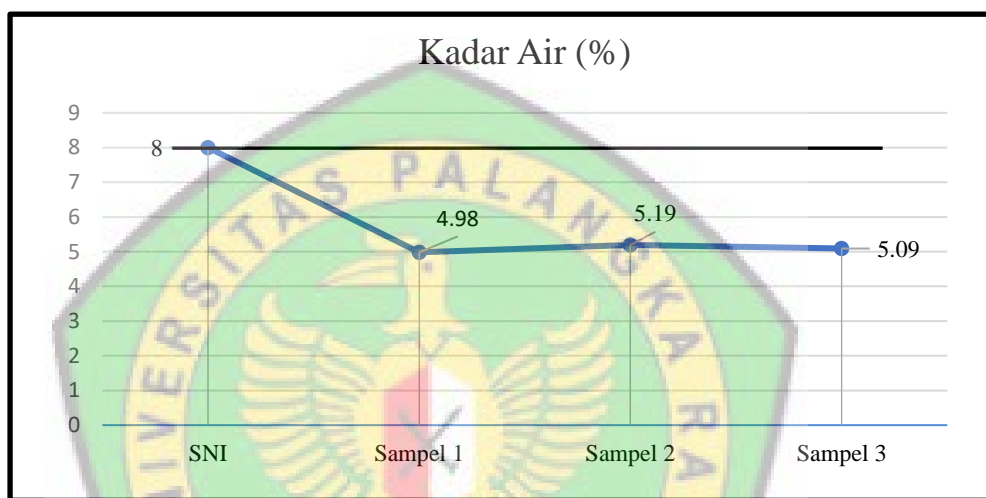
laboratorium dan perbandingan dengan Standard Nasional Indonesia (SNI)

briket arang :

Tabel 4.13 Hasil Uji Kadar Air Briket Arang

Sampel	Kadar Air (%)	SNI Kadar Air (%)
Sampel 1	4,98	≤ 8
Sampel 2	5,19	
Sampel 3	5,09	

(Sumber : Hasil Uji Laboratorium)



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Kualitas Kadar Air dengan SNI

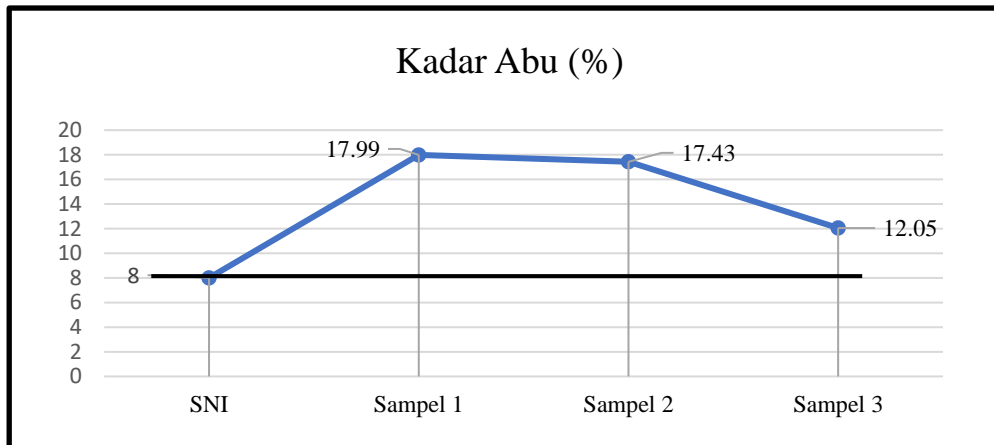
4.1.3.2 Kadar Abu

Kandungan abu merupakan ukuran kandungan material dan berbagai material anorganik didalam benda uji atau kadar abu merupakan sisa hasil pembakaran dari briket tersebut. Berikut hasil uji laboratorium kadar abu dan perbandingan dengan Standard Nasional Indonesia (SNI) briket arang :

Tabel 4.14 Hasil Uji Kadar Abu Briket Arang

Sampel	Kadar Abu (%)	SNI Kadar Abu (%)
Sampel 1	17,99	≤ 8
Sampel 2	17,43	
Sampel 3	12,05	

(Sumber : Hasil Uji Laboratorium)



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Kualitas Kadar Abu dengan SNI

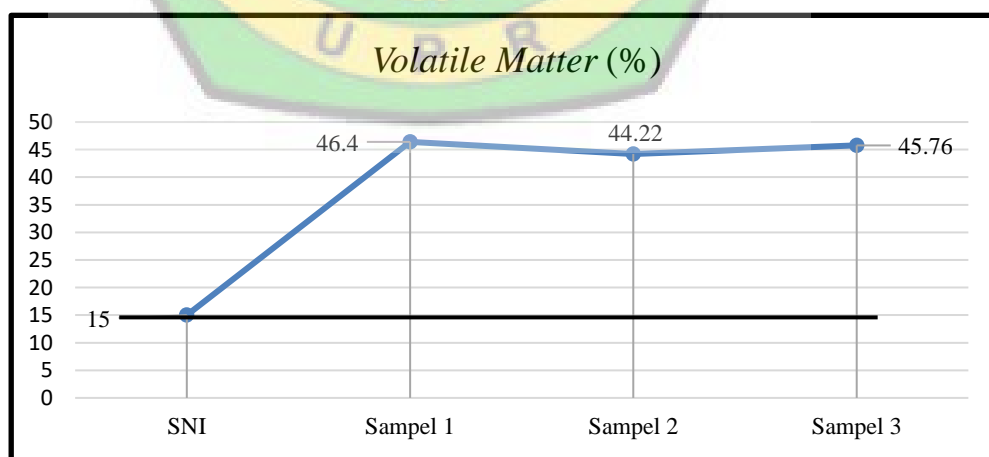
4.1.3.3 Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*)

Kadar zat mudah menguap diperoleh dengan menguapkan zat yang mudah menguap dalam arang. Berikut hasil uji laboratorium *volatile matter* dan perbandingan dengan Standard Nasional Indonesia (SNI) briket arang :

Tabel 4.15 Hasil Uji *Volatile Matter* Briket Arang

Sampel	<i>Volatile Matter</i> (%)	SNI <i>Volatile Matter</i> (%)
Sampel 1	46,40	≤ 15
Sampel 2	44,22	
Sampel 3	45,76	

(Sumber : Hasil Uji Laboratorium)



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan *Volatile Matter* dengan SNI

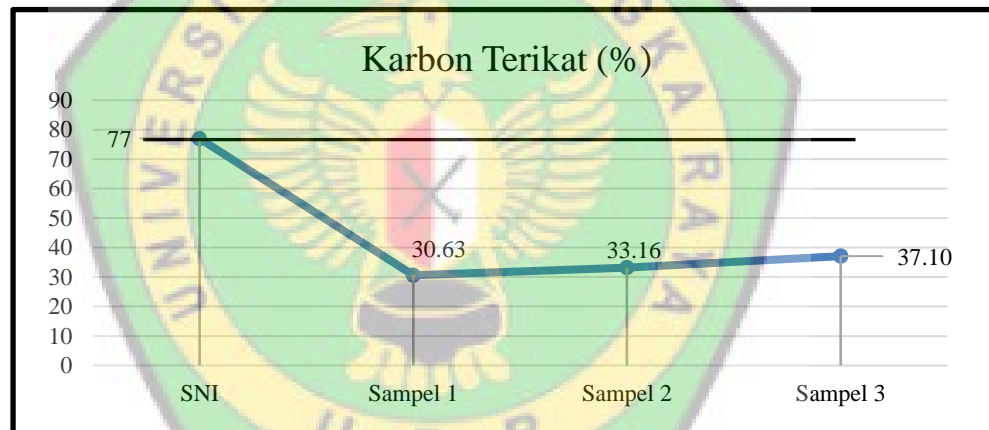
4.1.3.4 Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Kadar karbon terikat (*fixed carbon*) merupakan fraksi karbon (C) yang terikat di dalam briket selain fraksi abu, air, dan zat menguap. Berikut hasil uji laboratorium kadar karbon terikat dan perbandingan dengan Standard Nasional Indonesia(SNI) briket arang.

Tabel 4.16 Hasil Uji Kadar Karbon Terikat Briket Arang

Sampel	Karbon Terikat (%)	SNI Kadar Karbon Terikat
Sampel 1	30,63	≥ 77
Sampel 2	33,16	
Sampel 3	37,10	

(Sumber : Hasil Uji Laboratorium)



Gambar 4.18 Grafk Perbandingan Kadar Karbon Terikat dengan SNI

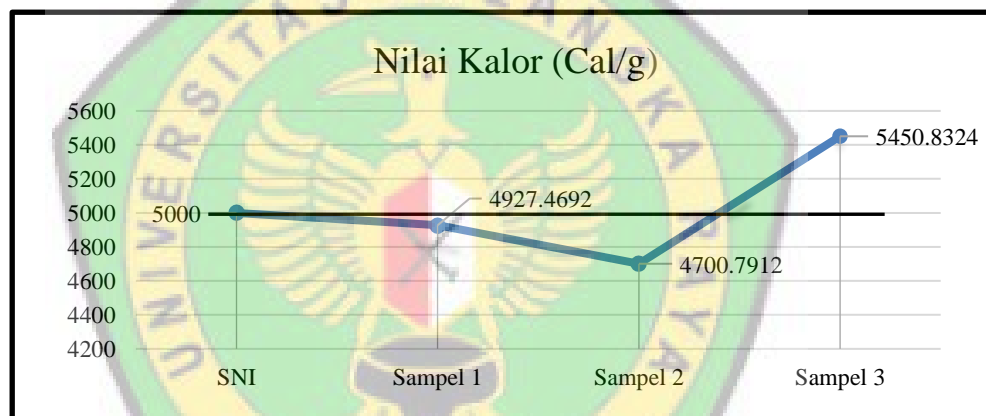
4.1.3.5 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu gram bahan bakar dalam suatu temperatur. Berikut hasil uji laboratorium kadar karbon terikat dan perbandingan dengan Standard Nasional Indonesia (SNI) briket arang :

Tabel 4.17 Hasil Nilai Kalor Briket Arang

Sampel	Nilai Kalor (Cal/g)	SNI Nilai Kalor
Sampel 1	4927,4692	≥ 5000
Sampel 2	4700,7912	
Sampel 3	5450,8324	

(Sumber : Hasil Uji Laboratorium)



Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Nilai Kalori dengan SNI

4.2 Pembahasan

4.2.1 Tahapan Pembuatan Briket Arang Dari Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit.

4.2.1.1 Pengeringan Bahan Daun ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit.

Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit yang sudah dikumpulkan dijemur dibawah sinar matahari dan sampel dijemur diatas terpal agar tidak kontak langsung dengan tanah. Tujuan penjemuran ini adalah untuk mengurangi kadar air pada sampel dan memudahkan proses pengarangan. Penjemuran Daun Ketapang Dan Pelepah Kelapa Sawit di lakukan selama 15 hari menggunakan sinar matahari secara langsung sampai Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit benar-benar kering. Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit yang sudah di jemur hingga kering dapat dilihat pada tabel 4.3.

4.2.1.2 Pembakaran Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit.

Proses pembuatan briket dilanjutkan pada tahap pembakaran, pembakaran ini bertujuan untuk menghasilkan arang serta menyebabkan penguraian senyawa organik penyusun struktur dan membentuk uap air, *methanol*, uap-uap asam asetat dan hidrokarbon.

Proses pembakaran Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit dilakukan dengan memasukkannya kedalam kaleng (blek) pembakaran. Pada tahap awal sampel dimasukkan kedalam kaleng, kemudian sampel dibakar menggunakan minyak tanah sebagai pemicu api, setelah api

menyalakan sampel sambil diaduk agar pembakaran merata, setelah api merata kaleng di tutup setengah untuk meminimal udara yang masuk sehingga sampel tidak terbakar menjadi abu. Proses ini selesai setelah sampel sudah benar-benar menjadi arang, ini ditandai dengan menipisnya asap dan sampel sudah berwarna hitam (arang). Dapat dilihat pada tabel 4.5 dan tabel 4.6. Briket yang sudah dibuat dibakar masing-masing 1 satu sampel briket, sampel dibakar dalam kaleng (blek) yang sudah dipasang termometer oven. Pembakaran dilakukan untuk melihat lama waktu sampel briket menjadi abu, dan suhu yang dihasilkan briket daun ketapang dan pelepah kelapa sawit. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 4.9, 4.10, dan 4.11.

4.2.1.3 Proses Penghalusan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit

Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit yang sudah menjadi arang didiamkan sampai dingin, setelah arang sudah dingin, arang kemudian ditumbuk menggunakan lesung besi.

4.2.1.4 Proses Penyaringan Bahan Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit.

Arang yang sudah ditumbuk hingga halus kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 20 mesh (0,841 mm) untuk menghasilkan serbuk arang yang halus.

4.2.1.5 Proses Pembuatan Perekat Briket

Pada proses ini air mineral yang di gunakan 1,5 liter dan tepung tapioka 50 gram, direbus hingga panas sambil diaduk sampai merata dan mengental, hingga warna menjadi bening, kemudian di amkan sampai agak dingin. Dan akan menjadi perekat briket.

Komposisi perekat tapioka sangat berpengaruh terhadap nilai kadar air dan kalori pada briket arang yang dibuat. Sedangkan untuk nilai kadar air yang baik didapat dengan komposisi perekat tapioka 5%. (Amin, A. Z., 2017)

4.2.1.6 Proses Pencampuran Daun Ketapang dan Pelepah Kelapa Sawit.

Pada proses ini bahan daun ketapang dan pelepah kelapa sawit yang sudah di olah menjadi halus, akan di campurkan dengan bahan perekat pencampuran bahan dasar harus seimbang agar pada saat pencetakan briket tidak retak atau mengalami kerusakan.

4.2.1.7 Proses Pencetakan Briket

Pada gambar 4.10 bahan dasar pembuatan briket yang telah di siapkan, akan di masukan ke dalam potongan pipa yang berdiameter ½ inci. Kemudian pipa yang berisi bahan dasar akan di pres menggunakan alat pres sederhana.

4.2.1.8 Proses Pengeringan Briket

Briket arang yang dicetak dijemur dibawah sinar matahari secara langsung, untuk menghilangkan kadar air yang terkandung didalam briket arang. Waktu pengeringan yang diperlukan sampai briket arang benar-benar kering adalah selama 5 hari dan siap untuk dilakukan analisis laboratorium.

4.2.2 Lama Terbakarnya Briket

Lama terbakarnya briket berpengaruh terhadap kekuatan tekanan dan kerapatan pada saat pencetakan briket arang mempengaruhi lama terbakarnya briket arang (Nugraha, A., Widodo, A. S., & Wahyudi, S. 2017). Karena pada penelitian ini alat yang digunakan, masih alat press manual dan sederhana tanpa ada pengukur tekanan.

4.2.3 Kualitas Briket Arang Dan Perbandingan Dengan Standard Nasional Indonesia (SNI 01/6235/2000)

4.2.3.1 Kadar Air

Pada penelitian ini, kadar air yang diuji adalah sampel yang sudah dicetak dan dikeringkan. Kadar air merupakan salah satu parameter penentuan kualitas briket yang berpengaruh terhadap nilai kalor pembakaran, kemudahan menyala, daya pembakaran dan jumlah asap yang dihasilkan selama pembakaran. Tingginya kadar air briket dapat menurunkan nilai kalor pembakaran, menyebabkan proses penyalaan menjadi lebih sulit dan menghasilkan banyak asap. (Rahman, 2011).

Pada Tabel 4.14 menunjukkan bahwa besar kadar air yang dihasilkan pada pengujian adalah 4,98% pada sampel pertama, 5,19% pada sampel kedua dan 5,09% pada sampel ketiga.

Nilai kadar air yang harus dicapai pada briket yang telah diproduksi berdasarkan standar SNI No.1/6235/2000 yaitu $\leq 8\%$. Pada penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kadar air yang diuji memiliki nilai yang lebih rendah dari standard SNI.

4.2.3.2 Kadar Abu

Kadar abu dapat menyebabkan turunnya mutu briket karena dapat menurunkan nilai kalor. Kadar abu merupakan bahan sisa proses pembakaran yang tidak memiliki unsur karbon atau nilai kalor. Komponen utama abu dalam biomassa berupa kalsium, potasium, magnesium, dan silika yang berpengaruh terhadap nilai kalor pembakaran. Kadar abu merupakan salah satu parameter yang penting karena bahan bakar tanpa abu (seperti minyak dan gas) memiliki sifat pembakaran yang lebih baik (Christanty, 2014).

Nilai kadar abu yang harus dicapai pada briket yang telah dicetak berdasarkan standar SNI No.1/6235/2000 yaitu $\leq 8\%$. Pada Tabel 4.15 menunjukkan bahwa besar kadar abu yang dihasilkan pada pengujian laboratorium adalah sebesar 17,99% pada sampel pertama, 17,43% pada sampel kedua dan 12,05% pada sampel ketiga. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kadar abu yang telah di uji lebih besar dan tidak memenuhi standard SNI.

4.2.3.3 Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*)

Nilai *Volatile Matter* yang harus dicapai pada briket yang telah dicetak berdasarkan standar SNI No.01/6235/2000 yaitu $\leq 15\%$. Pada Tabel 4.16 menunjukkan bahwa besar *volatile matter* yang dihasilkan pada pengujian laboratorium adalah sebesar 46,40% pada sampel pertama, sebesar 44,22% pada sampel kedua dan sebesar 45,76% pada sampel ketiga, dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa *volatile matter* yang telah diuji memiliki nilai yang lebih besar dan tidak memenuhi standard SNI.

Tingginya kadar zat mudah menguap yang terdapat pada briket disebabkan oleh adanya zat pengotor yang terbawa pada saat pembakaran sampel serbuk dan pada saat proses pencetak briket.

4.2.3.4 Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Nilai Karbon Terikat yang harus dicapai pada briket yang telah dicetak berdasarkan standar SNI No.1/6235/2000 yaitu $\geq 77\%$. Pada Tabel 4.17 menunjukkan bahwa besar kadar karbon terikat yang dihasilkan pada pengujian laboratorium adalah sebesar 33,63% pada sampel pertama, sebesar 33,16% pada sampel kedua dan sebesar 37,10% pada sampel ketiga, dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa karbon terikat yang telah diuji memiliki nilai yang rendah dari standard SNI. Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar zat mudah menguap pada briket yang diuji.

4.2.3.5 Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan karakteristik yang penting dalam menentukan kualitas briket. Pengujian nilai kalor ini bertujuan untuk mengetahui sejauh

mana nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan briket arang. Tinggi dan rendahnya nilai kalor pada suatu briket itu semua tergantung pada nilai kadar air, kadar abu, dan kadar karbonnya.

Nilai kalor yang harus dicapai pada briket yang telah dicetak berdasarkan standar SNI No.1/6235/2000 yaitu ≥ 5000 Cal/g.

Nilai kalori pada briket arang sangat bergantung pada suhu dan waktu, saat proses karbonisasi atau pengarangan, semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu saat proses pengarangan, maka akan semakin tinggi juga nilai kalori pada briket arang. Junary, (E., Pane, J. P., & Herlina, N. 2015). Pada tabel 4.18 menunjukkan bahwa besar nilai kalor yang dihasilkan pada pengujian laboratorium adalah sebesar 4927,4692 Cal/g pada sampel pertama, sebesar 4700,7912 Cal/g pada sampel kedua dan sebesar 5450,8324Cal/g pada sampel ketiga, dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai kalori yang diuji pada sampel pertama dan kedua memiliki nilai yang kurang dari standard SNI. Untuk nilai kalori sampel yang ketiga sudah memenuhi standard SNI.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses pembuatan briket yaitu pengumpulan bahan, penjemuran bahan, pengarangan bahan, pembuatan arang aktif, pencetakan briket arang, penjemuran briket arang yang sudah dicetak dan pengemasan briket arang.
2. Lama pembakaran sampel briket arang daun ketapang dan pelepah kelapa sawit yaitu :

Briket arang daun ketapang dan pelapah kelapa sawit 50%:50% (60 menit)

Briket arang daun ketapang dan pelapah kelapa sawit 70%:30%(80 menit)

Briket arang daun ketapang dan pelapah kelapa sawit 30%:70% (65 menit).

3. Berdasarkan hasil pengujian kualitas briket arang dan perbandingan SNI No. 1/6235/2000 briket arang :

Kadar Air yang dihasilkan pada sampel yang diuji, sampel 1 (4,98%), sampel 2 (5,19%) dan sampel 3 (5,09%). Kadar Abu yang dihasilkan pada sampel, yang diuji sampel 1 (17,99%), sampel 2 (17,43%) dan pada sampel 3 (12,05%). Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*) yang dihasilkan pada sampel yang diuji, sampel 1 (46,40%), sampel 2 (44,22%), dan pada sampel 3 (45,76%). Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*) yang dihasilkan pada sampel yang diuji, sampel 1 (33,63%), sampel 2 (33,16%) dan pada sampel 3 (37,10%). Sedangkan Nilai Kalori pada sampel 1 (4927,4692 cal/g),

sampel 2 (4700,7912 cal/g) dan sampel 3 (5450,8324 cal/g). Dapat disimpulkan dari hasil sampel yang diuji untuk kadar air dan nilai kalori sebagian tidak terpenuhi SNI No. 1/6235/2000.

5.2 Saran

1. Perlu disediakan alat yang memadai seperti *oven* dengan tujuan agar bisa mengatur suhu yang diperlukan dan pengujian yang lebih stabil, *hidrolic press* yang mempunyai kapasitas dan batas titik aman kompaksi sehingga menghasilkan data yang lebih akurat.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan perekat lain dan juga mencoba perlakuan yang berbeda.

