

**PENGARUH VARIASI UKURAN PARTIKEL PADA
KARAKTERISTIK BRIKET BERBAHAN TEMPURUNG
KELAPA TERHADAP NILAI KALOR**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin
Universitas Islam Riau*



Disusun Oleh :

ALBI SEPRINA YOGI
18.331.0940

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI UKURAN PARTIKEL PADA
KARAKTERISTIK BRIKET BERBAHAN TEMPURUNG
KELAPA TERHADAP NILAI KALOR**

Disusun Oleh :

ALBI SEPRINA YOGI
NPM. 18.331.0940

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., PhD
Dosen Pembimbing


Tanggal : 02 November 2023

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI UKURAN PARTIKEL PADA
KARAKTERISTIK BRIKET BERBAHAN TEMPURUNG
KELAPA TERHADAP NILAI KALOR

Disusun Oleh :

ALBI SEPRINA YOGI
NPM. 18.331.0940

Disetujui Oleh :

PEMBIMBING

JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., PhD
NIDN. 1009038504

PENGUJI I

EDDY ELFIANO, S.T., M.Eng
NIDN : 1025057501

PENGUJI II

RAFIL ARIZONA, S.T., M.Eng
NIDN : 1028108902

Disahkan Oleh :

KETUA PRODI TEKNIK MESIN

JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., PhD
NIDN. 1009038504

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Albi Seprina Yogi

NPM : 183310940

Fakultas/Prodi : Teknik/Program Studi Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Pada Karakteristik Briket Berbahan Tempurung Kelapa Terhadap Nilai kalor

Menyatakan dengan sebenar-benarnya, bahwa penulis Tugas Akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari karya tulis saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data yang tercantum sebagai bagian dari tugas akhir ini. Jika terdapat karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas di daftar pustaka.

Surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam sadar kondisi sehat serta tanpa paksaan dari pihak manapun.



**PENGARUH VARIASI UKURAN PARTIKEL
PADA KARAKTERISTIK BRIKET BERBAHAN TEMPURUNG KELAPA
TERHADAP NILAI KALOR**

Albi Seprina Yogi, Jhonni Rahman

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834

Email : a.sprinayogi@gmail.com

ABSTRAK

Sumber utama energi tidak hanya pada minyak bumi, gas alam dan batu bara, akan tetapi juga berasal dari limbah pertanian adalah tempurung kelapa yang di olah menjadi briket karena keistimewaan bersifat *renewable*. Penulisan ilmiah ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran partikel pada karakteristik briket berbahan tempurung kelapa terhadap nilai kalor. Pada penelitian ini, variasi ukuran partikel dipilih dari 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh dalam waktu pencetakan selama 10 menit ditahan dengan beban 5 kg. Hasil pengujian kadar air terendah dengan ukuran partikel 60 mesh sebesar 6,16%. Karena adanya pengaruh ukuran partikel terhadap kadar air, semakin kecil ukuran partikel maka semakin rendah nilai kadar air. Hasil pengujian ketahanan briket tertinggi dengan ukuran partikel 60 mesh sebesar 95,26%. Karena ukuran partikel kecil mampu memperkuat terjadinya ikatan permukaan antara arang tempurung kelapa dan tepung tapioka, sehingga ukuran partikel kecil dapat menahan benturan yang lebih baik dibandingkan ukuran yang besar. Hasil pengujian nilai kalor tertinggi terjadi pada sampel III dengan ukuran partikel 60 mesh. Karena adanya pengaruh ukuran partikel kecil terhadap nilai kalor, semakin kecil ukuran partikel menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan pada briket ukuran 60 mesh adanya kadar air semakin sedikit sehingga menyebabkan nilai kalor briket semakin tinggi pula. Hasil pengujian laju pembakaran yang lebih lama pada ukuran 60 mesh. Karena pengaruh ukuran partikel kecil mampu menyimpan nilai kalor pada briket sehingga berdampak terhadap nyala api yang dihasilkan akan semakin lama. Secara keseluruhan, pemberian variasi ukuran partikel pada ukuran 60 mesh sesuai dengan standar SNI 01-6235-2000 sehingga dapat dijadikan alternatif bahan bakar biomassa.

Kata Kunci : Variasi Ukuran Partikel, Karakteristik Briket, Tempurung Kelapa, Kadar Air, Ketahanan Briket, Nilai Kalor, Laju Pembakaran

THE EFFECT OF PARTICLE SIZE VARIATION ON THE CHARACTERISTICS OF COCONUT SHELL BRICKETS ON THE CALORIFIC VALUE

Albi Seprina Yogi, Jhonna Rahman

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution Km 11 No. 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834

Email : a.sprinayogi@gmail.com

ABSTRACT

The main energy source not only comes from petroleum, natural gas and coal, but also comes from agricultural waste, namely coconut shells which are processed into briquettes because of their renewable feature. This scientific writing aims to determine the effect of variations in particle size on the characteristics of briquettes made from coconut shell on calorific value. In this study, particle size variations were selected from 20 mesh, 40 mesh and 60 mesh within a printing time of 10 minutes held by a load of 5 kg. The lowest water content test results with a particle size of 60 mesh were 6.16%. Because of the influence of particle size on air content, the smaller the particle size, the lower the air content value. The highest briquette resistance test results with a particle size of 60 mesh were 95.26%. Because the small particle size is able to strengthen the surface bond between coconut shell charcoal and tapioca flour, so the small particle size can withstand impacts better than the large size. The highest heating value test results occurred in sample III with a particle size of 60 mesh. Because of the influence of small particle size on the heating value, the smaller the particle size produces a higher heating value. This is because 60 mesh briquettes have less water content, which causes the calorific value of the briquettes to be higher. Longer burning rate test results at 60 mesh size. Due to the influence of the small particle size, it is able to store the heating value of the briquettes so that the resulting flame will last longer. Overall, providing variations in particle size at 60 mesh is in accordance with SNI 01-6235-2000 standards so that it can be used as an alternative biomass fuel.

Keywords : Particle Size Variations, Briquette Characteristics, Coconut Shell, Water Content, Briquette Durability, Calorific Value, Burning Rate

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum, Wr. Wb.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Adapun tujuan penulisan Skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan guna mencapai Gelar Sarjana di Prodi Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Dibalik keberhasilan penulis dalam menyusun Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan Skripsi ini khususnya kepada :

1. Kedua Orang tua tercinta yakni Bapak dan Ibu yang telah memberikan motivasi, semangat, dan dukungan kepada penulis, baik dukungan secara moril maupun materil.
2. Jhonni Rahman, M.Eng., P.hD selaku, Dosen Pembimbing Skripsi dan Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang telah membantu dan membimbing dalam penyusunan Skripsi.
3. Rafil Arizona, S.T., M.Eng selaku, Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
4. Kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah menuangkan ilmunya kepada saya.

5. Rekan - rekan seperjuangan yang telah membantu memberikan dorongan moral dalam pembuatan Skripsi.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang berperan dalam penyelesaian Skripsi. Semoga Skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan.

Pekanbaru, 26 Juli 2023

Albi Seprina Yogi



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DARTAR GAMBAR	vi
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 SistematikaPenulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Energi Alternatif	6
2.2 Bahan Bakar	7
2.3 Biomassa	9
2.3.1 Jenis-Jenis Biomassa	11
2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Biomassa	11
2.4 Briket Arang	12
2.4.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Pembakaran Briket	15
2.4.2 Syarat dan Kriteria Pada Briket.....	16
2.4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Briket ..	16
2.5 Ukuran Partikel/Mesh	19
2.6 Tempurung Kelapa	19
2.7 Perekat Tapioka	21

2.8	Proses Pembuatan Briket.....	23
2.9	Parameter Karakteristik Briket	25
2.10	Penelitian Terdahulu	29

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian	32
3.2	Waktu dan Tempat.....	33
3.3	Persiapan Penelitian	33
3.3.1	Alat	33
3.3.2	Bahan.....	37
3.4	Metode Pembuatan Briket.....	38
3.5	Prosedur Pembentukan Briket	39
3.5.1	Proses Pengomposisian.....	39
3.5.2	Proses Pencampuran Bahan	41
3.5.3	Proses Pencetakan Bahan.....	42
3.5.4	Proses Pengeringan.....	42
3.6	Data Tabel Pengujian	43
3.7	Jadwal Kegiatan Penelitian	44

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Penelitian.....	45
4.2	Hasil Uji Kadar Air.....	46
4.3	Hasil Uji Ketahanan.....	48
4.4	Hasil Uji Nilai Kalor	51
4.5	Hasil Uji Laju Pembakaran	56

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Biomassa.....	9
Gambar 2.2. Briket Arang	13
Gambar 2.3. Tempurung Kelapa.....	20
Gambar 2.4. Tepung Tapioka	22
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.2. Alat Pengayak	34
Gambar 3.3. Timbangan analitik	34
Gambar 3.4. Alat Pencetak Briket.....	34
Gambar 3.5. Jangka Sorong.....	35
Gambar 3.6. Sarung tangan	35
Gambar 3.7. <i>Tissue</i>	35
Gambar 3.8. Kompor Biomassa Hemat Energi	36
Gambar 3.9. <i>Thermogon Infrared</i>	36
Gambar 3.10. Bom Kalorimeter.....	36
Gambar 3.11. <i>Furnace</i>	37
Gambar 3.12. Arang Tempurung Kelapa	37
Gambar 3.13. Tepung Tapioka	38
Gambar 3.14. <i>Aquades</i>	38
Gambar 4.1. Hasil pembuatan briket dan abu pembakaran pada variasi ukuran partikel	45
Gambar 4.2. Hasil pengujian kadar air pada variasi ukuran partikel briket ..	47
Gambar 4.3. Hasil pengujian ketahanan briket pada variasi ukuran partikel briket.....	50
Gambar 4.4. Hasil uji nilai kalor LHV pada variasi ukuran partikel briket ..	54
Gambar 4.5. Hasil uji nilai kalor HHV pada variasi ukuran partikel briket..	55
Gambar 4.6. Hasil uji laju pembakaran pada variasi ukuran partikel briket .	58

DAFTAR NOTASI

<u>Simbol</u>	<u>Notasi</u>	<u>Satuan</u>
A	Luas penampang	(mm ²)
ρ	Massa Jenis	(g/cm ³)
V _c	Volume Cetakan	(cm ³)
p	Panjang	(mm)
l	Lebar	(mm)
t	Tinggi	(mm)
T	Temperatur/Suhu	(°C)
Q	Nilai Kalor	(Joule)
W	Usaha/Berat	(gram)
CP	Spesific Heat	(Joule)
LHV	<i>Lowest Heating Value</i>	(Joule/gram)
HHV	<i>Higest Heating Value</i>	(Joule/gram)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Potensi sumber energi biomassa yang ada di Provinsi Riau	10
Tabel 2.2. Sifat biobriket buatan dari Indonesia, Jepang, UK, dan USA.....	13
Tabel 2.3. Sifat-sifat kimia bahan perekat dari pati-patian.....	18
Tabel 2.4. Sifat-sifat kimia pada tempurung kelapa	20
Tabel 2.5. Komposisi perekat jenis pati tapioka	22
Tabel 3.1. Data hasil uji kadar air pada briket	43
Tabel 3.2. Data hasil uji ketahanan pada briket	43
Tabel 3.3. Data hasil uji laju pembakaran pada briket	44
Tabel 3.4. Data hasil uji nilai kalor pada briket.....	44
Tabel 3.4. Jadwal Kegiatan Penelitian	44
Tabel 4.1. Hasil pengujian kadar air pada briket	47
Tabel 4.2. Data uji ketahanan pada briket	48
Tabel 4.3. Hasil pengujian ketahanan briket	50
Tabel 4.4. Data uji nilai kalor (HHV) pada briket	51
Tabel 4.5. Hasil pengujian nilai kalor (LHV dan HHV)	54
Tabel 4.6. Data uji laju pembakaran pada briket	56
Tabel 4.7. Hasil pengujian laju pembakaran pada briket	57

PENGARUH VARIASI UKURAN PARTIKEL PADA KARAKTERISTIK BRIKET BERBAHAN TEMPURUNG KELAPA TERHADAP NILAI KALOR

Albi Seprina Yogi, Jhonni Rahman

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl.Kaharuddin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834
Email : a.sprinayogi@gmail.com

ABSTRAK

Sumber utama energi tidak hanya pada minyak bumi, gas alam dan batu bara, akan tetapi juga berasal dari limbah pertanian adalah tempurung kelapa yang di olah menjadi briket karena keistimewaan bersifat *renewable*. Penulisan ilmiah ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran partikel pada karakteristik briket berbahan tempurung kelapa terhadap nilai kalor. Pada penelitian ini, variasi ukuran partikel dipilih dari 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh dalam waktu pencetakan selama 10 menit ditahan dengan beban 5 kg. Hasil pengujian kadar air terendah dengan ukuran partikel 60 mesh sebesar 6,16%. Karena adanya pengaruh ukuran partikel terhadap kadar air, semakin kecil ukuran partikel maka semakin rendah nilai kadar air. Hasil pengujian ketahanan briket tertinggi dengan ukuran partikel 60 mesh sebesar 95,26%. Karena ukuran partikel kecil mampu memperkuat terjadinya ikatan permukaan antara arang tempurung kelapa dan tepung tapioka, sehingga ukuran partikel kecil dapat menahan benturan yang lebih baik dibandingkan ukuran yang besar. Hasil pengujian nilai kalor tertinggi terjadi pada sampel III dengan ukuran partikel 60 mesh. Karena adanya pengaruh ukuran partikel kecil terhadap nilai kalor, semakin kecil ukuran partikel menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan pada briket ukuran 60 mesh adanya kadar air semakin sedikit sehingga menyebabkan nilai kalor briket semakin tinggi pula. Hasil pengujian laju pembakaran yang lebih lama pada ukuran 60 mesh. Karena pengaruh ukuran partikel kecil mampu menyimpan nilai kalor pada briket sehingga berdampak terhadap nyala api yang dihasilkan akan semakin lama. Secara keseluruhan, pemberian variasi ukuran partikel pada ukuran 60 mesh sesuai dengan standar SNI 01-6235-2000 sehingga dapat dijadikan alternatif bahan bakar biomassa.

Kata Kunci : Variasi Ukuran Partikel, Karakteristik Briket, Tempurung Kelapa, Kadar Air, Ketahanan Briket, Nilai Kalor, Laju Pembakaran

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan permintaan energi semakin meningkat pula. Sektor energi memiliki peran penting dalam rangka mendukung kelangsungan proses pembangunan nasional. Energi sebagian besar digunakan pada sector rumah tangga, industri dan transportasi, sedangkan cadangan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara yang selama ini merupakan sumber utama energi yang jumlahnya semakin menipis (Hendra, 2007). Para pakar dan ilmuwan menjadikan kondisi ini suatu tantangan untuk terus meneliti dalam mendukung perkembangan bahan bakar alternatif yang cenderung lebih ramah lingkungan dan bersifat *renewable* (terbaharukan). Salah satu energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah bahan bakar biomassa berbahan baku berasal dari limbah pertanian (Utami, 2017).

Biomassa merupakan campuran material organik yang kompleks, terdiri atas karbohidrat, lemak, protein dan sedikit mineral lain seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi (Qistina, 2016). Biomassa sangat mudah ditemukan diaktivitas pertanian, peternakan, kehutanan, perkebunan dan perikanan, dari macam bahan hayati untuk menjadi sumber energi alternator. Pemanfaatan energi biomassa limbah perkebunan dan perternakan yang telah banyak digunakan sebagai bahan bakar alternatif yaitu limbah tempurung kelapa, sekam padi, kotoran sapi, bonggol jagung dan kulit duren.

Hasil survei dilapangan terhadap perkebunan kelapa menunjukkan hasil panen sekitar 60%, sementara 40% lainnya terbuang dalam bentuk limbah (Umami, 2016). Dari beberapa jenis limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya dibakar oleh masyarakat atau menjadi tumpukan sampah yang yang biasanya terjadi pada saat panen buah kelapa. Salah satu upaya pemanfaatan limbah tersebut menjadi energi alternatif yaitu dengan mengolahnya menjadi briket. Briket merupakan bahan bakar padat yang mengandung karbon, mempunyai nilai kalori yang tinggi dan dapat menyala dalam waktu yang lama (Umami, 2016). Dalam proses pembuatan briket masih banyak hal yang perlu diketahui untuk meningkatkan nilai kalor briket. Salah satunya adalah kehalusan serbuk, karena merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas dari sebuah briket (Kadir, 2019).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis mengangkat judul penelitian Tugas Akhir “Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Pada Karakteristik Briket Berbahan Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Kalor”. Penelitian ini berfokus pada variasi ukuran briket yang menggunakan bahan berupa limbah tempurung kelapa dan perekatnya tepung tapioka. Variasi ukuran partikel pada briket yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran briket dari bahan tempurung kelapa dan tepung tapioka terhadap besarnya laju pembakaran dan nilai kalor yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diambil antara lain:

1. Bagaimana pengaruh variasi ukuran partikel briket terhadap kadar air, ketahanan, laju pembakaran dan nilai kalor pada briket?
2. Ukuran partikel mana menghasilkan briket dengan kualitas lebih baik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran partikel briket terhadap kadar air, ketahanan, laju pembakaran dan nilai kalor pada briket.
2. Untuk mendapatkan kualitas lebih baik pada briket dengan ukuran partikel yang berbeda-beda.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian tugas akhir ini tidak jauh menyimpang dari materi pembahasan, maka dalam hal ini penulis membatasi permasalahan dalam pembahasan yang diantaranya berupa:

1. Briket yang akan dicetak menggunakan pipa paralon dengan ukuran dimensi sisi 3 cm x 3 cm dan ketinggian 6 cm.
2. Variasi ukuran partikel pada bahan baku briket yaitu 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh dengan komposisi yang ditentukan 90% tempurung kelapa dan tepung tapioka 10%.
3. Beban yang akan diberikan pada briket yaitu 5 Kg.
4. Proses pengujian ketahanan briket dilakukan dengan cara menjatuhkan briket dari ketinggian 1,5 m (Manisi, et al. 2019).

5. Proses pengujian nilai kalor dilakukan sesuai standar ASTM D 5865/D5865M-19.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh setelah melakukan penelitian ini antara lain :

- a. Bagi Masyarakat

Penelitian ini bermanfaat dalam menekan jumlah masyarakat yang menggunakan bahan bakar minyak sebagai sumber energi sehari-hari dan dapat mereduksi banyaknya limbah pertanian terutama pada kelapa, serta masyarakat dapat membuka industri kecil-kecilan dalam pengolahan briket yang tentunya ramah terhadap lingkungan.

- b. Bagi Akademik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dan sedikit informasi kepada setiap orang dalam bidang akademik terutama pada pembelajaran tentang energi.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar dapat mempermudah pembaca dalam penulisan penelitian, maka bisa dilihat sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan

Pendahuluan tersusun oleh latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : Kajian Pustaka

Kajian pustaka tersusun dari bahan yang berlandaskan tentang tempurung kelapa, tepung tapioka, proses pembuatan briket, karakteristik briket, pengujian ketahanan, pengujian nilai kalor dan pengujian laju pembakaran.

BAB III : Metodologi Penelitian

Metode tersusun dari susunan perencanaan pembuatan briket, prosedur penelitian dan prosedur pengujian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil penelitian dan pembahasan penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini tersusun dari kesimpulan dan saran hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

.BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Alternatif

Energi alternatif merupakan semua jenis energi yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar konvensional tanpa mengakibatkan efek samping yang lebih dari bahan bakar konvensional. Energi alternatif juga dapat disebut dengan istilah energi terbarukan (*renewable*). Adapun beberapa energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan antara lain:

1. Energi Matahari

Energi matahari merupakan sumber utama energi pada bumi yang dapat mempermudah manusia dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam pemanfaatan matahari untuk mengeringkan pakaian, menjemur padi, membuat garam serta memanfaatkan radiasi matahari sebagai sumber energi listrik dan kalor.

2. Biomassa

Energi biomassa merupakan energi terbarukan jenis bahan bakar yang didapat dengan memanfaatkan bahan-bahan biologis seperti tanaman dan sisa-sisa industri yang sudah tidak terpakai lagi.

3. Panas Bumi

Energi panas bumi merupakan energi yang berasal dari dalam inti bumi dan merupakan energi yang bersih jika dibandingkan dengan energi fosil. Salah satu pemanfaatan terbaik dari energi panas bumi adalah untuk menghasilkan energi listrik.

4. Air

Energi air merupakan salah satu sumber energi alternatif terbesar yang ada di permukaan bumi. Salah satu pemanfaatan energi air ialah dengan mengubah gerak air menjadi pembangkit listrik tenaga air dengan menggunakan turbin. Sumber energi air juga sangat ramah terhadap lingkungan karena tidak menimbulkan emisi rumah kaca.

5. Angin

Energi angin merupakan energi yang dihasilkan dari angin yang berhembus. Pada umumnya pemanfaatan energi angin ini digunakan sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan gerakan kincir angin yang didorong oleh angin.

6. Ethanol

Energi ethanol adalah salah satu energi renewable yang berasal dari energi matahari. Proses pembuatan ethanol pada umumnya adalah dengan memanfaatkan tanaman tebu yang berfotosintesis hingga mencapai tingkat kemurnian 99%. Ethanol merupakan bahan bakar yang diharapkan dapat mengganti penggunaan bahan bakar fosil karena memiliki sumber yang tidak terbatas dan pembakaran pada energi ethanol lebih bersih dibandingkan bahan bakar fosil.

2.2 Bahan Bakar

Bahan bakar pada umumnya memiliki istilah media sebagai penyalah api. Pada dasarnya bahan bakar memiliki dua sifat yaitu alami (dapat diperoleh langsung dari alam) dan buatan (diolah melalui tahapan-tahapan tertentu dengan

menggunakan teknologi). Pada saat ini berbagai jenis bahan telah banyak digunakan sebagai bahan bakar bergantung pada ketersediaannya bahan baku pada wilayah tertentu. Berikut jenis- jenis bahan bakar yang dapat kita gunakan : minyak mentah, gas alam, propane, etanol, metanol, batu bara dan biomassa.

Pembakaran merupakan proses kimia yang tercipta dari reaksi sejumlah unsur-unsur yang terdapat pada bahan bakar dan oksigen, yang disertai dengan produksi panas dan cahaya dalam bentuk api. Bahan bakar pada dasarnya terbagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Bahan bakar padat

Mengacu pada bentuk bahan padat yang dapat digunakan sebagai media bakar untuk melepaskan energi. Contoh umum dari jenis bahan bakar padat yaitu: arang, tempurung kelapa gandum, batu bara, kayu, gandum dan lain-lain.

2. Bahan bakar cair

merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang didapat langsung dari alam maupun melalui proses buatan. Bahan bakar cair memiliki sifat yang tidak terlalu padat serta dapat bergerak lebih bebas dari pada bahan bakar padat. Contoh umum dari bahan bakar cair yaitu: bahan bakar minyak (bensin, minyak tanah, minyak solar, minyak disel, dan lain sebagainya).

3. Bahan bakar gas

Bahan bakar gas merupakan semua jenis bahan berbentuk gas yang dapat menghasilkan api maupun cahaya. Contoh umum dari bahan

bakar gas yaitu: gas bumi, gas biru, gas tanur kokas, gas produser, dan lain-lain.

2.3 Biomassa

Biomassa merupakan senyawa organik yang berasal dari hewan, tumbuhan, dan sisa-sisa dari budidaya industri (peternakan, perkebunan dan kehutanan) yang sudah tidak terpakai lagi. Sebagian besar biomassa terdiri dari lemak, karbohidrat, protein dan beberapa jenis mineral seperti fosfor, zat besi, kalsium dan sodium (Manisi, dkk 2019). Pada umumnya biomassa memiliki densitas yang cukup rendah, sehingga diperlukan proses-proses tertentu agar densitas biomassa meningkat dan memiliki nilai thermal yang tinggi.



Gambar 2.1. Biomassa

(Sumber : Ikawati, 2016)

Biomassa juga termasuk dalam sumber energi terbarukan dan dapat diolah menjadi bahan bakar padat, cair, maupun gas yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil (minyak bumi). Biomassa merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui dan tidak memiliki unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi pada udara, di Indonesia banyak sekali sumber energi

biomassa yang dapat dimanfaatkan seperti limbah yang berasal dari pertanian, hutan, dan peternakan semuanya berpotensi untuk dikembangkan terutama untuk limbah dari tanaman dan perkebunan yang merupakan penghasil sumber energi biomassa yang sangat besar jika dibandingkan dengan limbah peternakan. Potensi sumber energi yang terdapat di Indonesia dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1. Potensi sumber energi biomassa yang ada di Provinsi Riau.

Sumber energi	Produksi (Ton/ thn)	Energi (109/thn)	Pangsa (%)
Kelapa	387.90	5,1	3,4
Bonggol jagung	39.74	6,8	4,9
Sagu	364.23	100	72
Kakao	2.96	27	19,4
Potensi total	35,32	138,9	99,7

(Sumber : Databoks Prov Riau, 2020)

Dari gambaran diatas tempurung kelapa merupakan salah satu limbah pertanian yang memiliki potensi untuk dapat dijadikan bahan bakar padat briket dengan melakukan proses karbonasi terlebih dahulu. Briket mengandung karbon dan mempunyai energi kalor yang dapat di ubah menjadi energi listrik menggunakan alat berupa kompor gasifikasi biomassa (Eddy Elfiano, dkk. 2019). Kompor gasifikasi mengubah bahan bakar padat menjadi gas mudah terbakar seperti karbon monoksida (CO), hydrogen (H₂) dan metan (CH₄) yang selanjutnya bereaksi dengan oksigen menjadi nyala api (Jhonni Rahman, 2014).

2.3.1 Jenis-Jenis Biomassa

Biomassa pada umumnya terdiri dari dua jenis yaitu:

1. Biomassa Kering

Biomassa kering merupakan jenis biomassa yang dapat ditemukan dari sisa-sisa produksi (limbah) pertanian maupun hutan. Contoh dari biomassa kering yaitu: tempurung kelapa, bonggol jagung, sekam padi, serbuk kayu, dll.

2. Biomassa Basah

Biomassa basah merupakan jenis biomassa yang berasal dari kotoran-kotoran ternak dan sampah organik. Contoh biomassa basah yang dapat dimanfaatkan yaitu: kotoran sapi, kotoran kambing, kotoran, kotoran kerbau, dan lain-lain.

2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Biomassa

Eksistensi biomassa jelas membawa kelebihan serta kekurangan yang dapat dirasakan langsung oleh masyarakat. Berikut kelebihan dan kekurangan dari energi biomassa:

a. Kelebihan Biomassa

1. Biomassa merupakan salah satu sumber energi alternatif yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan tanaman yang dapat tumbuh kembali setelah dikelola.
2. Secara tidak langsung biomassa dapat mengurangi masuknya bahan bakar fosil serta dapat membantu memajukan kemandirian energi.
3. Dapat mengurangi limbah sampah dan merubahnya menjadi

sumber energi terbarukan.

4. Penggunaan biomassa lebih ramah terhadap lingkungan dibandingkan penggunaan bahan bakar fosil.
5. Penggunaan biomassa dapat mengurangi tingkat polusi yang disebabkan oleh limbah produksi.
6. Biomassa termasuk dalam jenis energi yang dapat memberikan hasil instan.

b. Kekurangan Biomassa

1. Sumber biomassa kayu yang digunakan sebagai kayu bakar dapat menimbulkan perubahan iklim yang cukup buruk.
2. Energi biomassa pada tumbuh-tumbuhan dapat menimbulkan polusi yang cukup tinggi.
3. Teknologi yang dapat mengubah beberapa bahan baku energi untuk menjadi energi biomassa pada saat ini belum cukup efisien.

2.4 Briket Arang

Briket arang merupakan batang arang yang terbuat dari bahan baku limbah pertanian, limbah kehutanan dan limbah peternakan yang dapat digunakan sebagai energi alternatif untuk mengganti penggunaan minyak bumi dan energi lainnya yang berasal dari fosil. Pembuatan briket biasanya dilakukan dengan proses pencetakan melalui sebuah cetakan dan kemudian dipadatkan untuk menghasilkan nilai kalor yang tinggi per satuan luas dari suatu biomassa, sehingga dengan ukuran biomassa yang relatif kecil dan seragam akan memudahkan dalam melakukan penyimpanan dan pendistribusian.

Tabel 2.2. Sifat biobriket buatan dari Indonesia, Jepang, UK, dan USA.

Sifat-sifat biobriket	Indonesia	Jepang	Inggris	Amerika
Kadar air (moisture content) %	8	6-8	3-4	6
Kadar abu (ash) %	8	3-6	8-10	19-28
Kadar zat menguap (volatilematter) %	15	15-30	16	19
Kadar karbon terikat (fixed carbon) %	77	60-80	75,3	60
Nilai kalor (kal/g)	5000	6000-7000	7300	6500

(Sumber : Harun dan Setupa, 2015)

Briket merupakan jenis bahan bakar padat yang mengandung unsur karbon yang tinggi, memiliki nilai kalori yang tinggi, serta dapat menyala dalam waktu yang lama.



Gambar 2.2. Briket Arang

Suatu bahan bakar dapat dikatakan murah apabila bahan baku yang digunakansangat mudah ditemukan, memiliki nilai jual yang sangat rendah, serta proses pengolahan yang digunakan cukup sederhana. Biasanya bahan baku tersebut merupakan bahan yang sudah tidak terpakai lagi dan sering dianggap sebagai sampah sehingga sering dibuang secara sia-sia dan bahkan dibakar begitu saja. Namun sebenarnya bahan-bahan tersebut dapat diolah menjadi sebuah

bahan bakar padat yaitu briket.

Briket sebenarnya termasuk bahan lunak yang diproses melalui tahapan-tahapan tertentu sehingga dapat berubah menjadi bahan yang keras. Kualitas dari briket arang juga tidak kalah dengan bahan bakar batubara. “*Briquetting*” merupakan istilah dari pengolahan suatu material untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang seragam untuk mempermudah penggunaannya. Pada umumnya proses *briquetting* ini banyak digunakan pada garam, peat, arang dan lain sebagainya.

Briket pada umumnya memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan arang biasa yaitu:

- a. Nilai panas yang dihasilkan briket lebih tinggi jika dibandingkan dengan arang biasa.
- b. Setelah briket terbakar menjadi bara api tidak perlu dilakukan proses pengipasan untuk menjaga nyala api.
- c. Briket memiliki sifat yang ramah terhadap lingkungan dibandingkan jenis arang biasa.
- d. Pada pembuatan briket tidak memerlukan bahan-bahan kimia kecuali bahan kimia yang terdapat dalam biomassa itu sendiri.
- e. Peralatan dan proses pembuatan yang cukup sederhana.
- f. Sumber daya tidak memiliki nilai jual dan sangat mudah di temui dimanapun.

Selain keunggulan, briket juga memiliki kekurangan dibandingkan dengan bahan bakar lain. Kekurangan briket antara lain:

- a. Sumber bahan baku jenis tanaman tidak selalu tersedia dikarenakan biomassa memiliki karakter musiman.
- b. Briket memiliki nilai kalor yang relatif lebih kecil dibandingkan bahan bakar minyak lainnya.

Agar dapat menghasilkan briket dengan kualitas yang baik, ekonomis, dan ramah terhadap lingkungan, maka dari itu perlu dilakukannya pembelajaran dan pengembangan dalam pembuatan briket. Dengan memanfaatkan limbah seperti limbah kelapa dan jagung, maka diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh sisa-sisa kelapa dan jagung serta dapat memberikan alternatif sumber bahan bakar yang bermanfaat bagi masyarakat.

2.4.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Pembakaran Briket

Menurut Sulistyanto A. (2006) dalam Sinurnat (2011), bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik pembakaran pada briket, yaitu:

- a. Semakin besar berat jenis bahan baku (*bulk density*) maka laju pembakaran yang dihasilkan semakin lama. Oleh sebab itu briket yang berat jenisnya besar akan memiliki laju pembakaran yang cukup lama dan nilai kalor yang tinggi dibandingkan dengan briket yang hanya memiliki berat jenis yang rendah, sehingga semakin tinggi berat jenis pada briket semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan.
- b. Laju pembakaran briket bergantung pada komposisi biomassa yang memiliki banyak kandungan *volatile matter*, semakin banyak kandungan *volatile matter* pada suatu briket maka laju pembakaran akan

semakin cepat karena briket akan mudah terbakar.

2.4.2 Syarat dan Kriteria Pada Briket

Syarat briket yang baik adalah briket yang memiliki tekstur permukaan halus dan tidak meninggalkan jejak hitam pada tangan (Sinurat, 2011). Selain itu, briket sebagai bahan bakar harus memiliki beberapa kriteria, antara lain:

- a. Mudah dinyalakan.
- b. Emisi gas buang tidak mengandung racun.
- c. Tidak menimbulkan banyak asap.
- d. Menunjukkan laju pembakaran dan suhu pembekaran yang baik.

2.4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Briket

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas briket adalah jenis biomassa yang digunakan, suhu pada proses karbonisasi, kehalusan serbuk dan kerapatan (*density*) pada briket. Selain itu, pencampuran jenis biomassa dan persentase campuran biomassa juga mempengaruhi kualitas briket. Adapun faktor yang harus diperhatikan dalam proses pembuatan briket antara lain:

1. Bahan baku

Briket dapat dibuat dari berbagai jenis bahan baku, seperti tempurung kelapa, bonggol jagung, sekam padi, serbuk gergaji, kotoran sapi, kotoran ayam dan limbah- limbah lainnya. Apabila semakin tinggi kandungan selulosa yang terdapat dalam bahan baku briket maka semakin bagus pula kualitas briket yang dihasilkan, briket yang memiliki kandungan selulosa yang rendah akan mengeluarkan aroma yang tidak sedap dan menimbulkan banyak asap.

2. Bahan perekat

Bahan perekat merupakan bahan yang berfungsi untuk merekatkan dua benda berdasarkan ikatan pada permukaannya (Hendra & Darmawan, 2000) pada briket bahan perekat diperlukan untuk merekatkan partikel-partikel zat yang terdapat pada bahan baku agar menghasilkan briket yang kompak. Bahan perekat dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

a. Bahan perekat tumbuh-tumbuhan

Jumlah bahan perekat yang dibutuhkan untuk perekat tumbuh-tumbuhan ini lebih sedikit dibandingkan dengan perekat jenis hidrokarbon. Adapun kerugian yang ditimbulkan dari perekat jenis ini yaitu hasil dari pembuatan briket kurang tahan terhadap kelembaban.

b. Bahan perekat organik

Perekat jenis organik ini terdiri sodium silika, sulfat dan magnesium. Penggunaan perekat jenis organik memiliki kerugian yaitu adanya abu pada sekam pembakaran.

c. Bahan Perekat Pabrik

Bahan perekat pabrik merupakan bahan perekat yang diproduksi langsung dari pabrik lem. Perekat pabrik ini memiliki daya rekat yang sangat bagus, namun memiliki harga produksi yang cukup mahal.

d. Bahan Perekat Hidrokarbon

Bahan perekat hidrokarbon ini sering digunakan sebagai perekat untuk pembuatan batu bara cetak. Dengan menggunakan bahan perekat maka

ikatan antar partikel-partikel semakin kuat.

Penerapan bahan perekat pada briket juga bertujuan untuk menahan air dan membentuk struktur yang padat pada substrat yang direkatkan. Perekat yang paling banyak digunakan dalam pembuatan briket adalah tepung kanji, hal ini dikarenakan tepung kanji memiliki daya serap terhadap air yang cukup bagus, kekuatan perekatan yang bagus, tidak mengganggu kesehatan dan mudah didapatkan.

Tabel 2.3. Sifat-sifat kimia bahan perekat dari pati-patian.

Jenis Tepung	Abu (%)	Air (%)	Karbon (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)
Tepung beras	0,68	7,58	76,9	4,53	9,89	0,82
Tepung jagung	1,27	10,52	73,8	4,89	8,48	1,04
Tepung terigu	0,86	10,7	74,2	2,0	11,5	0,64
Tepung tapioka	0,36	9,84	85,2	1,5	2,21	0,69
Tepung sagu	0,67	14,1	82,7	1,03	1,12	0,37

(Sumber: Samsinar, 2014)

2.5 Ukuran Partikel/Mesh

Ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas briket dengan menggunakan ayakan. Pengayakan/ayakan adalah suatu alat pemisahan berbagai campuran partikel padatan yang mempunyai berbagai ukuran bahan. Pengayakan merupakan pemisahan berbagai campuran partikel padatan yang mempunyai berbagai ukuran bahan dengan menggunakan ayakan.

Pengayakan sangat penting dalam proses pembuatan briket, papan komposit, pulvis dan pulveres untuk mendapatkan derajat halus serbuk yang diinginkan dengan menggunakan no ayakan yang sesuai. Pengayakan atau penyaringan adalah proses pemisahan secara mekanik berdasarkan perbedaan ukuran partikel. Pengayakan (*screening*) dipakai dalam skala industri, sedangkan penyaringan (*sieving*) dipakai untuk skala Laboratorium (Wisnu, 2003).

2.6 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa merupakan lapisan terkeras dari buah kelapa yang secara biologis berfungsi sebagai pelindung inti buah dan memiliki ketebalan 3-5 mm yang terletak dibagian dalam setelah serabut kelapa. Tempurung kelapa memiliki potensi yang sangat praktis dalam pemanfaatannya seperti dimanfaatkan sebagai perabotan rumah tangga (mangkok, sendok nasi, asbak, dan lain-lain) dan aksesoris (kalung, jam, figur, gelang, dan lain-lain). Selain itu tempurung kelapa juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, baik bahan bakar secara langsung maupun melalui proses pembriketan.



Gambar 2.3 Tempurung Kelapa

Pada tempurung kelapa banyak terdapat kandungan silikat (SiO_2) yang membuat tempurung kelapa memiliki sifat keras, selain itu pada tempurung kelapa juga terdapat kandungan *lignin* dan *selulosa* yang cukup banyak. Nilai kalor yang dapat dihasilkan dari tempurung kelapa biasanya berkisar antara 18200 hingga 19388 kJ/kg (Palungkun, 1999).

Tabel 2.4. Sifat-sifat kimia pada tempurung kelapa.

Lignin	27%
Selulosa	34%
Hemi Selulosa	21%
Abu	0,6%
Nitrogen	0,1%
Air	8%
kalium	1,4%
Komponen Ekstraktif	4,2%

(Sumber: Tamado dkk, 2018)

Tempurung kelapa memiliki sifat difusi thermal yang cukup baik, hal ini dikarenakan pada tempurung kelapa terdapat kandungan *lignin* dan *selulosa* yang

tinggi. Untuk membuat briket dari tempurung kelapa diperlukan jenis tempurung yang sudah tua, bersih dan kering karena hal ini akan berpengaruh pada proses karbonisasi dan kualitas briket yang dihasilkan. Pada saat melakukan proses karbonisasi udara yang disuplai harus terbatas yang bertujuan agar dapat menghindari pembakaran lanjut pada tempurung kelapa sehingga arang tempurung kelapa yang dihasilkan memiliki kualitas yang bagus dan hanya menghasilkan sedikit abu pembakaran.

Pada saat proses karbonasi sedang berlangsung, bahan-bahan organik yang terdapat dari tempurung kelapa akan terurai. Pada saat temperatur 100°C terjadi proses penguapan air yang terkandung dalam tempurung kelapa, pada suhu $270-300^{\circ}\text{C}$ terjadi proses penguapan selulosa yang diubah menjadi larutan piroglinat, pada suhu $300-500^{\circ}\text{C}$ terjadi proses penguraian lignin yang akan menghasilkan banyak kandungan *ter* dan gas CH_4 , H_2 dan CO meningkat sedangkan untuk CO_2 dan larutan piroglinat menurun, pada suhu $500-100^{\circ}\text{C}$ terjadi proses pemurnian arang yang bertujuan untuk meningkatkan kadar karbon.

2.7 Perekat Tapioka

Tepung tapioka dapat digunakan sebagai bahan perekat pada briket arang karena tepung tapioka ini tidak banyak menimbulkan asap di bandingkan jenis perekat lainnya serta tepung tapioka ini sangat banyak dipasaran sehingga mudah untuk didapatkan. Dari hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa jika menggunakan tepung kanji sebagai bahan perekat untuk briket akan menurunkan nilai kalornya sedikit apabila dibandingkan dengan nilai kalor kayu yang belum di proses menjadi briket arang (Sudrajat & Soleh, 1994).



Gambar 2.4. Tepung Tapioka

Kadar perekat yang terdapat pada briket arang tidak terlalu tinggi karena dapat mengakibatkan penurunan pada kualitas briket (Triono, 2006). Kadar perekat yang digunakan untuk briket pada umumnya tidak lebih dari 5%. Untuk komposisi perekat tapioka dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5. Komposisi perekat jenis pati tapioka.

Komposisi	Jumlah
Air	8-9
Lemak	0,1-0,4
Abu	0,1-0,8
Serat kasar	81-89
Proton	0,3-1,0

(Sumber: Triono, 2006)

Proses pembuatan perekat tapioka ini cukup mudah yaitu dengan mencampurkan tapioka dengan air dan kemudian dididihkan. Agar tepung tidak menggumpal maka, selama proses pendidihan tepung diaduk secara terus menerus. Warna tepung akan berubah menjadi transparan setelah dipanaskan beberapa menit sehingga tapioka akan memiliki sifat lengket.

2.8 Proses Pembuatan Briket

Pada umumnya dalam pembuatan sebuah briket arang diperlukan beberapa tahapan proses untuk mendapatkan briket yang memiliki bentuk, ukuran, dan sifat- sifat kimia yang sesuai dengan keinginan. Proses tersebut meliputi proses karbonisasi, proses penggilingan dan penyaringan arang, pencampuran bahan perekat dengan briket, proses pencetakan, dan terakhir proses pengeringan briket. Tujuan utama dari pembriketan yaitu untuk meningkatkan mutu bahan baku sebagai bahan bakar utama, untuk mendapatkan bentuk yang seragam sehingga dapat mempermudah penanganan dan transportasi serta mengurangi kadar abu dari bahan baku briket. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi pembriketan antara lain:

- a. Ukuran partikel
Ukuran partikel berpengaruh pada kekuatan briket yang dihasilkan karena ukuran partikel yang lebih kecil akan menghasilkan rongga-rongga yang lebih kecil pula sehingga kepadatan briket yang dihasilkan sangat bagus.
- b. Kekerasan bahan baku
Kekuatan briket yang dihasilkan akan berbanding terbalik dengan kekerasan pada bahan bakunya, apabila kekerasan bahan baku briket tergolong lunak maka akan mempermudah dalam melakukan proses pencetakan.

Menurut Maryono, dkk (2013) dalam pembuatan briket biasanya ada beberapa tahapan yang diperlukan, yaitu meliputi:

1. Persiapan bahan baku

Bahan baku yang sudah dipersiapkan harus dibersihkan dari material-material yang tidak berguna, misalnya seperti batu kecil yang melekat pada bahan baku. Usahakan bahan baku tersebut sudah dalam keadaan kering agar proses pengarangan menjadi optimal dan tidak menimbulkan banyak asap.

2. Proses karbonisasi

Proses karbonisasi merupakan proses mengubah bahan baku menjadi arang melalui pembakaran yang dilakukan dalam ruangan tertutup dan udara yang seminimal mungkin. Lamanya proses karbonisasi ditentukan oleh jumlah bahan organik, kerapatan bahan, tingkat kekeringan bahan, dan jumlah oksigen yang keluar masuk dari ruang pembakaran.

Menurut Erwin, dkk (2015) karbonisasi biomassa adalah suatu proses untuk menaikkan nilai kalor dari biomassa dan menghasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap.

1. Penggilingan arang

Seluruh arang yang dihasilkan setelah proses karbonisasi biasanya masih berbentuk bahan aslinya. Maka dari itu diperlukan proses penggilingan arang agar mendapatkan bentuk dan ukuran arang yang seragam, sebelum melakukan proses penggilingan arang dihancurkan terlebih dahulu menjadi ukuran yang kecil-kecil sehingga nantinya tidak akan membuat mesin penggiling rusak.

2. Pencampuran bahan perekat

Sifat ilmiah pada arang ini biasanya saling memisah, oleh karena itu diperlukan pencampuran bahan perekat agar butir-butir arang dapat disatukan dan dibentuk sesuai keinginan. Pemilihan bahan perekat sangat berpengaruh dengan kualitas briket. Pemilihan jenis perekat harus didasarkan beberapa pertimbangan diantaranya sumber perekat yang mudah didapatkan, ekonomis, dan kekuatan rekatan yang dihasilkan.

3. Pencetakan dan pengepresan

Pencetakan dan pengepresan pada arang bertujuan untuk mendapatkan bentuk arang yang seragam, sehingga dapat mempermudah proses pengemasan dan penggunaannya.

4. Pengeringan briket

Briket yang sudah dicetak pada umumnya masih memiliki kadar air yang tinggi sehingga briket akan banyak mengeluarkan asap ketika digunakan. Selain itu apabila briket memiliki kadar air yang tinggi, maka briket akan mudah terkena jamur dan akan menghasilkan zat sisa yang tidak baik untuk kesehatan.

2.9 Parameter Karakteristik Briket

Pada dasarnya ada beberapa syarat karakteristik briket untuk mengetahui kualitas briket yang dihasilkan, adapun parameter yang menjadi acuan utama yaitu:

1. Kandungan Air

Kandungan air merupakan salah satu parameter yang berpengaruh terhadap kualitas briket. Kandungan air yang tinggi akan menyulitkan proses penyalaan pada briket, serta dapat mengurangi temperatur pembakaran. Menurut Sudiro & Sigit (2014) kandungan air sangat menentukan kualitas briket yang dihasilkan. Briket dengan kadar air yang sedikit akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi.

Menurut La manisi, dkk (2019) moisture yang terdapat pada briket dapat dinyatakan sebagai uap air dan uap air bebas. Moisture adalah kandungan air yang terdapat pada briket, adapun persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung kadar air yaitu :

$$\text{Kadar air} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

A = Berat sampel awal (gr)

B = Berat sampel ketika sudah dikeringkan pada suhu 100°C (gr)

2. Kandungan zat menguap (*Volatile Meter*)

Zat yang menguap dari briket merupakan unsur-unsur dari hidrokarbon CO₂ - CH₄, hidrogen, karbon monoksida, dan metana. Menurut Sugiro dan Sigit (2014) Unsur hidrokarbon yang terdapat dalam briket akan menyebabkan kadar zat yang mudah menguap semakin tinggi sehingga briket akan semakin mudah terbakar. Selain itu kadar zat yang menguap pada briket berfungsi untuk mempercepat pembakaran awal dan menstabilisasikan nyala api briket. Yuwono (2009) mendefinisikan pada saat proses pembakaran bahan baku yang berlangsung 7 menit pada suhu 900°C dalam keadaan tertutup tanpa adanya kontak dengan udara

luar, maka berat pada bahan akan berkurang. Selanjutnya juga disebutkan bahwa penguapan kandungan zat yang terbuang ini terjadi sebelum berlangsungnya proses oksidasi karbon, hidrokarbon, dan nitrogen (Sudiro dan Sigit, 2014).

Adapun prosedur perhitungan kandungan zat menguap menggunakan standar ASTM D 1762-84 dengan rumus:

$$VM = \frac{C-D}{C} 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

C = Berat sampel awal (gr)

D = Berat sampel setelah dikeringkan pada suhu 700-750°C (gr)

3. Kadar Abu

Abu merupakan sisa bahan yang tertinggal apabila kayu dipanaskan hingga berat yang konstan. Kadar abu ini memiliki berat yang sama dengan kandungan bahan anorganik yang terdapat pada kayu. Unsur utama pada abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai panas yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar abu yang terdapat pada briket maka semakin rendah kualitas briket, karena kadar abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor dan mempengaruhi efisiensi pembakaran. Tinggi rendahnya kadar abu pada briket dipengaruhi oleh jenis biomassa yang digunakan dan kesempurnaan pada saat melakukan proses pembakaran (Yuwono, 2009).

Adapun prosedur perhitungan kadar abu menggunakan standar ASTM D 1762-84 dengan rumus :

$$\text{Kadar abu} = \frac{W1}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

W_1 = Bobot abu (gr)

W_2 = Bobot sampel setelah dikeringkan pada suhu 700-750°C (gr)

4. Analisa Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan parameter mutu paling penting dari briket arang sebagai bahan bakar, semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan dari sebuah briket maka semakin tinggi pula kualitas briket yang dihasilkan. Koesoemadinata (1980) dalam Sudiro & Sigit (2014) menyimpulkan bahwa nilai kalor merupakan panas total yang dihasilkan oleh suatu bahan bakar dengan besaran spesifik. Dengan kata lain nilai kalor adalah jumlah energi panas maksimum yang dilepaskan atau ditimbulkan oleh suatu bahan bakar sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Nilai kalor diperoleh dari briket dengan data laboratorium menggunakan kalorimeter bom. Rumur untuk menentukan nilai kalor yaitu :

$$Q = m_{air} \cdot CP \cdot \Delta T \text{ (Joule)} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$LHV \text{ (Lowest Heating Value)} = \frac{Q}{massa_{briket}} \text{ J/gr} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$HHV \text{ (Higest Heating Value)} = LHV + 3240 \text{ J/gr} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

Q = Nilai Kalor (Joule)

CP = *Specific heat* (4.18155J)

ΔT = Perbandingan temperatur 1 dan 2

5. Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan stopwatch dan massa briket ditimbang dengan timbang digital (Almu dkk, 2014).

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah:

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{m_1 - m_2}{t} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

- m_1 = Massa briket 1 (sebelum briket dibakar)
- m_2 = Massa briket 2 (setelah briket menjadi abu)
- t = Waktu pembakaran (detik)

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan tumpuan penulis saat melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperbanyak teori yang akan digunakan pada saat melakukan penelitian. Penulis tidak melakukan penelitian yang sama dengan penilitian terdahulul, namun penulis mengambil beberapa referensi dalam memperluas bahan kajian untuk penelitian. Berikut kumpulan referensi jurnal terdahulu yang terkait dengan penelitian yang sedang dilakukan penulis, yaitu:

Aryani & Edie (2017) telah melakukan penelitian membuat briket berbahan dasar bonggol jagung dan sedikit campuran lem kayu sebagai energi alternatif penggunaan minyak tanah. proses pembuatan briket diawali pembakaran bonggol jagung hingga menjadi arang menggunakan proses pyrolysis dan kemudian dicampurkan dengan lem kayu dengan perbandingan 1:1, 2:1, dan 3,1.

Pengukuran nilai panas dilakukan dengan menggunakan alat ukur kalorimeter bom dan menghasilkan nilai panas yang cukup baik yaitu sebesar 9454,083 kal/g pada perbandingan 2:1, untuk perbandingan 1:1 menghasilkan nilai panas sebesar 7865 kal/g, dan pada perbandingan 3:1 menghasilkan panas sebesar 6785 kal/g, menunjukkan angka yang cukup bagus sebagai sumber energi alternatif.

Manisi, dkk (2019) melakukan penelitian dengan memanfaatkan bahan baku sekam padi yang dicampur dengan kulit jambu mete dan mendapatkan hasil temperatur pembakaran briket yang baik pada pencampuran 70% sekam padi dan 30% kulit jambu mete dengan hasil 387°C pada tekanan 100 kgf/cm². Sedangkan untuk laju pembakaran terhadap penurunan masa pembakaran yang cepat terjadi pada komposisi 30% sekam padi dan 70% kulit jambu mete.

Sulistyaningarti & Utami (2017) telah melakukan penelitian pembuatan briket dengan memvariasikan nilai perekat dan memanfaatkan tongkol jagung sebagai bahan baku. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa briket dengan persentase nilai perekat 5% memiliki kualitas lebih baik dibandingkan dengan persentase nilai perekat 10% dan 15%. Karakteristik briket dengan nilai terbaik yang dilakukan selama penelitian adalah : a) kadar air dengan hasil 3,67%, b) kadar zat menguap dengan hasil 11,00%, c) kadar abu dengan hasil 85,50%, dan tinggi nilai kalor dengan hasil 5663 kal/g.

Surono (2012) melakukan penelitian tentang peningkatan kualitas pembakaran pada biomassa tongkol jagung melalui proses karbonisasi dan pembriketan. Setelah melakukan penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan dilakukannya proses karbonisasi terhadap biomassa tongkol jagung dapat

meningkatkan nilai kalor sebesar 65% dan untuk nilai karbon meningkat sekitar 67%. Kadar karbon tertinggi yang diperoleh pada penelitian ini didapat pada temperatur karbonisasi 380°C dengan nilai kalor 7128,38 kkal/kg.

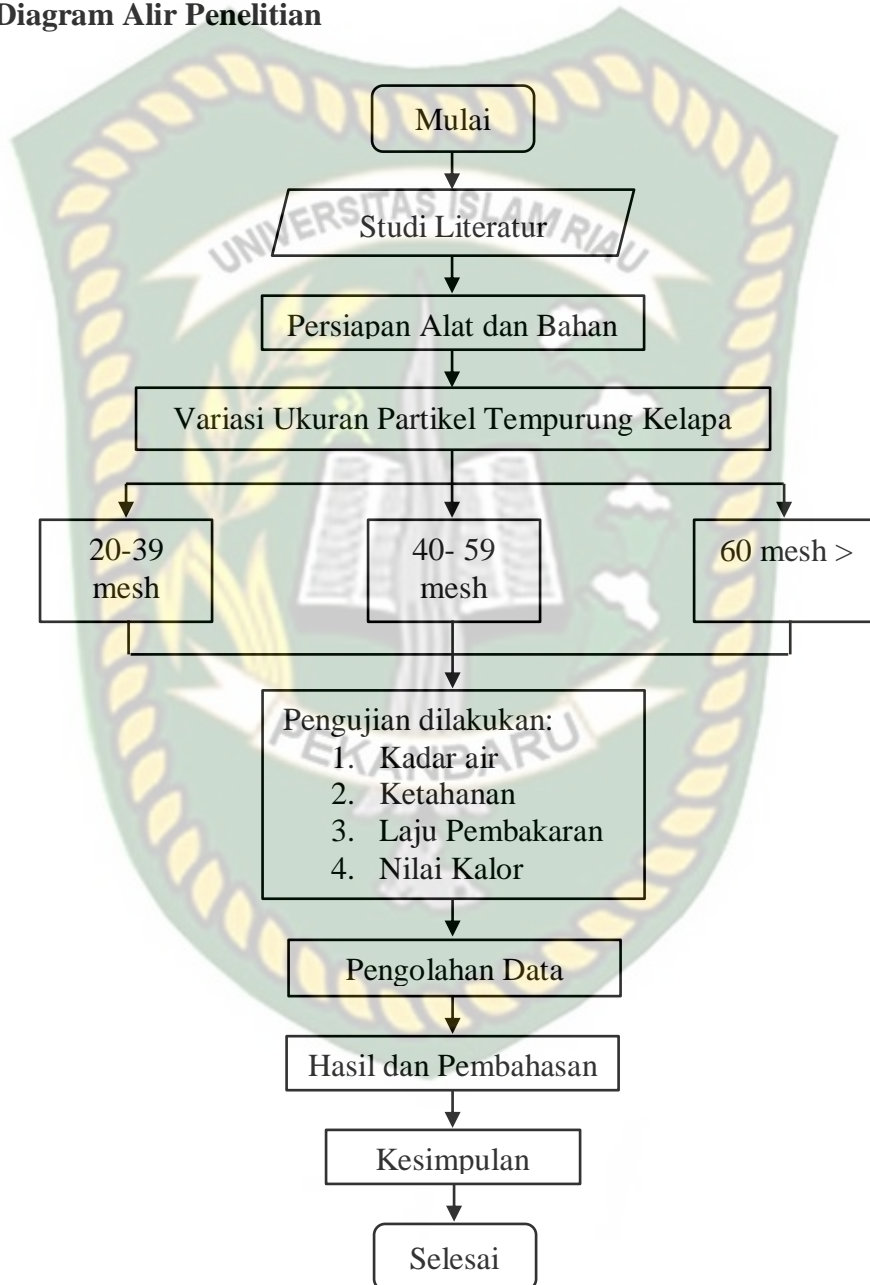
Arbi, Aidha, & Deflianti (2018) melakukan penelitian tentang analisis nilai kalor pada briket dengan bahan baku tempurung kelapa sebagai energi alternatif. Nilai kalor yang didapat setelah melakukan penelitian yaitu 7486 kal/g dengan nilai kadar air 0%, nilai kalor yang dihasilkan telah sesuai dengan SNI 01-6235-2000 yang dimana menentukan syarat minimum untuk nilai kalor adalah 5000 kal/g.

Qistina, Sukandar, & Trilaksono (2016) melakukan penelitian tentang kualitas briket dengan bahan baku yang berasal dari biomassa sekam padi dan tempurung kelapa. Berdasarkan hasil penelitian nilai kalor briket sekam padi mengalami penurunan sebesar 9,72% dan untuk tempurung kelapa turun sebesar 7,21% jika dibandingkan dengan biomasanya, sedangkan untuk hasil uji pembakaran efisiensi thermal briket berbahan baku sekam padi menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan tempurung kelapa yaitu sebesar 31,13% dan briket berbahan bakutempurung kelapa sebesar 22.28%.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Tempat

1. Waktu penelitian akan dilakukan dan direncanakan maksimal 2 bulan, terhitung dari bulan Mei sampai Juli 2023.
2. Proses pembuatan sampel dilakukan di Perumahan Purwodadi, Jalan Purwodadi.
3. Proses pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau dan di Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Riau.

3.3 Persiapan Penelitian

Sebelum memulai pengujian, mempersiapkan semua yang dibutuhkan dalam pembuatan benda uji adalah hal yang pokok. Pertama-tama adalah menentukan tempat pembuatan benda uji, kemudian membeli alat dan bahan yang dibutuhkan selama proses pembuatan sampai *finishing*. Setelah itu dilakukan pengukuran untuk mengetahui seberapa banyak bahan yang dipakai untuk membuat benda uji.

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cetakan yang terbuat dari besi Holo untuk membuat briket berpenguat tempurung kelapa dengan perekat tepung tapioka yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Alat Pengayak

Alat pengayak adalah suatu alat yang berfungsi sebagai penyaring arang tempurung kelapa dengan ukuran 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh. Dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.



Gambar 3.2. Alat Pengayak

2. Timbangan Analitik

Timbangan analitik adalah alat untuk menimbang berat tempurung kelapa dan tepung tapioka dengan merk Heles tipe EK 3252.



Gambar 3.3. Timbangan Analitik

3. Alat Pencetak Briket

Alat pencetak briket yang bekerja dengan sistem hidrolis sebagai penekan dan cetakan dengan ukuran dimensi 3 cm x 3 cm dan tinggi 6 cm.



Gambar 3.4. Alat Pencetak Briket

4. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat ukur dimensi pada briket dengan tingkat ketelitian 0,01 mm.



Gambar 3.5. Jangka Sorong

5. Sarung Tangan

Sarung tangan adalah alat keamanan pada saat melakukan proses pengomposisian, pencetakan, proses pengeringan dan proses pengujian.



Gambar 3.6. Sarung Tangan

6. *Tissue*

Tissue digunakan sebagai media alas pada pellet komposit



Gambar 3.7. *Tissue*

7. Kompor Biomassa Hemat Energi

Kompor biomassa hemat energi berfungsi sebagai tempat memasak dan uji pembakaran pada briket.



Gambar 3.8. Kompor Biomassa Hemat Energi

8. Thermogun Infrared

Thermogun infrared berfungsi sebagai alat pengukuran dan data temperatur yang diperoleh pada briket yang akan di uji.



Gambar 3.9. *Thermogun Infrared*

9. Bom Kalorimeter

Bom kalorimeter sebagai alat untuk mengukur jumlah nilai kalor yang dalam suatu perubahan atau reaksi kimia.



Gambar 3.10. Bom Kalorimeter

10. *Furnance*

Furnace sebagai tungku proses pembakaran atau disebut dengan alat pemanasan. *Furnance* berfungsi sebagai memanaskan briket dengan temperatur yang tinggi untuk memperoleh data



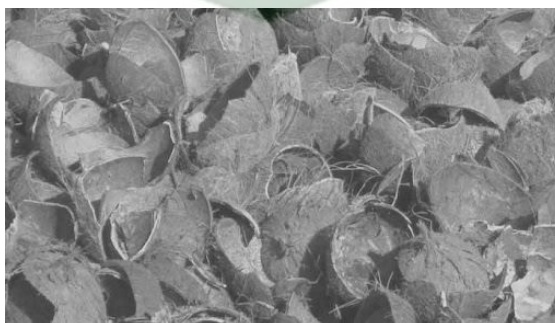
Gambar 3.11. *Furnace*

3.3.2 Bahan

Bahan yang dipilih pada penelitian ilmiah ini adalah sebagai berikut :

1. Arang Tempurung Kelapa.

Arang tempurung kelapa berasal dari tempurung yang dipanaskan hingga menjadi arang dan digunakan sebagai bahan penguat dalam pembuatan briket.



Gambar 3.12. Arang Tempurung Kelapa

2. Tepung Tapioka

Tepung tapioka digunakan sebagai bahan pengikat dalam pembuatan briket.



Gambar 3.13. Tepung Tapioka

3. Aquades

Aquades adalah bahan larutan berupa air murni (H_2O) yang digunakan untuk membersihkan spesimen dari kotoran (minyak), *aquades* dibeli pada penjual Rein Pure Water.



Gambar 3.14. *Aquades*

3.4 Metode Pembuatan Briket

1. Langkah awal yang dilakukan yaitu mengeringkan tempurung kelapa di bawah sinar matahari sampai benar-benar kering.
2. Kemudian dilakukan karbonisasi menggunakan tungku bakar dengan suhu $450^{\circ}C$ sampai $500^{\circ}C$ selama 1 jam.

3. Lalu keluarkan dari tunggu bakar untuk didinginkan dengan suhu ruang 27°C, kemudian digerus dalam cawan porselin sampai menjadi ukuran partikel serbuk.
4. Tempurung kelapa di ayak dengan ukuran partikel yaitu 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh.
5. Arang tempurung kelapa hasil ayakan dicampur dengan perekat tepung tapioka dengan perbandingan 90% : 10%.
6. Lalu lakukan proses cetakan briket menggunakan mesin cetak briket dengan ukuran dimensi cetakan 3 cm x 3 cm dengan tinggi 6 cm.
7. Hasil cetakan dikeringkan dengan sinar matahari selama 3 hari lalu dikeringkan lagi dengan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 1 jam, guna untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam perekat.
8. Apabila briket sudah kering lakukan uji coba.

3.5 Prosedur Pembentukan Briket

Berbagai macam proses fabrikasi serbuk menggunakan bahan arang tempurung kelapa sebagai penguat briket. Proses untuk produk tertentu didasarkan pada bahan, bentuk kompleksitas produk, persyaratan properti dan biaya. Pembuatan briket pada bahan serbuk umumnya melibatkan 4 tahapan-tahapann dasar yaitu :

3.5.1 Proses Pengomposisian

1. Melakukan pencetakan briket menggunakan mesin cetak briket dengan ukuran dimensi cetakan 3 cm x 3 cm dengan tinggi 6 cm.

2. Mempersiapkan bahan seperti arang tempurung kelapa dan tepung tapioka.
3. Berdasarkan cetakan yang digunakan dapat dihitung dengan V_c (volume cetakan) sebagai berikut:

a. massa jenis arang tempurung kelapa = $0,78 \text{ g/cm}^3$

b. massa jenis tepung tapioka = $0,714 \text{ g/cm}^3$

$$\begin{aligned} V_c &= p \times l \times t \\ &= 3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm} \times 6 \text{ cm} \\ &= 54 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Menyiapkan semua bahan baku seperti arang tempurung kelapa dan tepung tapioka. Berdasarkan massa jenis arang tempurung kelapa dan tepung tapioka sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

ρ = massa jenis (kg/m^3) atau (g/cm^3)

m = Massa (kg) atau (gram)

v = Volume (m^3 atau cm^3) (Archimedes, n.d.)

Untuk massa arang tempurung kelapa dan tepung tapioka sebagai berikut :

1. Massa arang tempurung kelapa = $54 \text{ cm}^3 \times 0,78 \text{ g/cm}^3$
= 42,12 gram
2. Massa tepung tapioka = $54 \text{ cm}^3 \times 0,714 \text{ g/cm}^3$
= 38,55 gram

- a. Untuk menghitung massa yang diinginkan dengan perbandingan arang tempurung kelapa 90% dan tepung tapioka 10% sebagai berikut:

$$\text{Arang tempurung kelapa} = 90\% \times 42,12 \text{ gram}$$

$$= 37,90 \text{ gram}$$

$$\text{Tepung Tapioka} = 10\% \times 38,55 \text{ gram}$$

$$= 3,85 \text{ gram}$$

3.5.2 Proses Pencampuran Bahan

Proses mencampurkan satu atau lebih bahan dengan menambahkan satu bahan ke bahan lainnya sehingga membuat suatu bentuk yang seragam dari beberapa konstituen baik cair-padat, padat-padat, maupun cair-gas. komponen yang jumlahnya lebih banyak disebut fase kontineu dan yang lebih sedikit disebut fase disperse (Fellows, 1988). Menurut Kusdarini (1977), tujuan pencampuran dengan menggunakan alat pencampur adonan (*mixer*) adalah untuk memperoleh adonan yang elastis dan menghasilkan pengembangan gluten yang diinginkan.

Adapun langkah-langkah pencampuran bahan briket adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pengayakan arang tempurung kelapa yang berbeda-beda 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh.
2. Arang tempurung kelapa yang telah di ayak di timbang sesuai ketentuan 37,90 gram.
3. Siapkan perekat tepung tapioka sebanyak 3,85 gram.
4. Siapkan *beker glass ceper*.
5. Siapkan wadah adonan.

6. Siapkan alat pengaduk.
7. Campurkan semua bahan kedalam wadah adonan.
8. Kemudian aduk hingga merata lalu masukan kedalam cetakan briket yang sudah diolesi pelumas *Mold Release Resin* (resin anti lengket).
9. Lanjut keproses berikutnya.

3.5.3 Proses Pencetakan Bahan

Proses pencetakan bahan merupakan proses penekanan atau pengepresan dalam pembentukan briket. Dalam proses pencetakan harus di beri pelumas yang cukup agar tidak terjadi gesekan antara dinding cetakan dengan adonan yang mengakibatkan retaknya briket.

Adapun langkah- langkah yang digunakan untuk proses pencetakan bahan ini adalah sebagai berikut:

1. Masukan hasil proses pencampuran ke dalam mesin cetakan briket.
2. Operasikan press pencetak briket tersebut dengan beban 5 kg.
3. Briket yang sudah di cetak kemudian di keluarkan perlahan-lahan lalu masukan ke dalam wadah silinder plastik.
4. Kemudian membuat label di wadah silinder plastik untuk keterangan briket tersebut.

3.5.4 Proses Pengeringan

Proses pengeringan berguna untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam perekat pada briket. Adapun langkah-langkah dalam melakukan proses pengeringan adalah sebagai berikut:

1. Hasil cetakan dikeringkan dengan sinar matahari selama 3 hari.

2. Lalu masukan briket hasil pencetakan kedalam cawan pijar.
3. Lalu masukan cawan pijar yang berisi briket kedalam *furnace*.
4. *Setting* suhu *furnace* menjadi 100°C lalu *setting holding time* selama 1 jam (supaya memperoleh pemanasan yang merata dan menghilangkan kadar air yang terkandung dalam perekat pada briket).
5. Kemudian pada suhu 100°C menunggu waktu penahanan selama 1 jam.
6. Lalu keluarkan pelet komposit dari dalam *furnace* dan dinginkan dengan suhu ruangan hingga suhunya menjadi normal.

3.6 Data Tabel Pengujian

Setelah dilakukan pengujian sesuai dengan standar pada alat uji Kompor Biomassa, kemudian dimasukan ke dalam sebuah tabel berikut :

1. Uji ketahanan pada briket

Tabel 3.1. Data hasil uji kadar air pada briket

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Berat Awal (gram)	Berat Setelah dikeringkan (gram)	Kadar Air (%)
1.	20	-	-	-
2.	40	-	-	-
3.	60	-	-	-

2. Uji kadar air pada briket

Tabel 3.2. Data hasil uji ketahanan pada briket

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Area (mm ²)	Tinggi Jatuh Benda (meter)	Ketahanan (%)
1.	20	-	-	-
2.	40	-	-	-
3.	60	-	-	-

3. Uji laju pembakaran pada briket

Tabel 3.3. Data hasil uji laju pembakaran pada briket

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Massa Briket Awal (gram)	Massa Briket Akhir (gram)	Waktu (detik)	Laju Pembakaran (gr/s)
1.	20	-	-	-	-
2.	40	-	-	-	-
3.	60	-	-	-	-

4. Uji nilai kalor pada briket

Tabel 3.4. Data hasil uji nilai kalor pada briket

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Nilai Kalor (HHV) cal/gram	Nilai Kalor (LHV) cal/gram
1.	20	-	-
2.	40	-	-
3.	60	-	-

3.7 Jadwal Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Lama penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2023 selama 2 bulan. Agar penelitian sesuai dengan waktu yang ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti yang terlihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Jadwal Kegiatan Penelitian

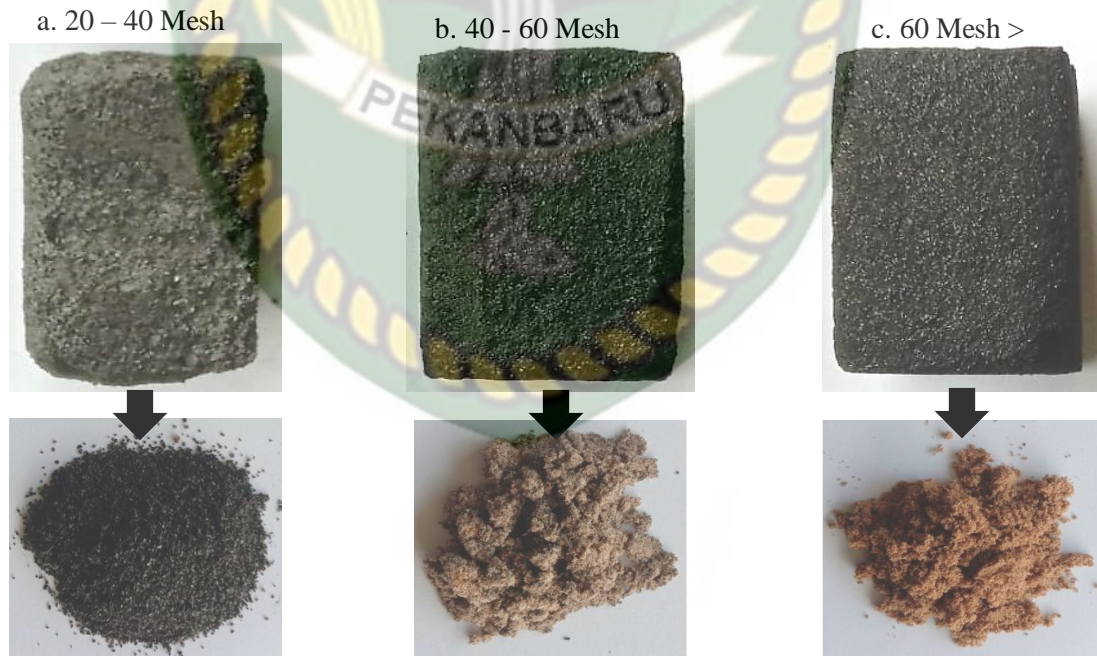
No	Jenis Kegiatan	Bulan															
		4				5				6				7			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	Bimbingan Bab I		■	■	■	■	■	■	■								
4	Bimbingan Bab II				■	■	■	■	■								
5	Bimbingan Bab III					■	■	■	■	■	■						
7	Bimbingan Bab IV									■	■	■	■				
8	Bimbingan Bab V									■	■	■	■	■	■	■	■
9	Sidang Skripsi																■

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelian dari pengaruh variasi ukuran partikel berbahan tempurung kelapa dan tepung tapioka yaitu 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh, setelah itu dilakukan proses pencampuran bahan dengan komposisi tempurung kelapa 90% : tepung tapioka 10%, lalu dilakukan proses pencetakan briket sesuai ukuran cetakan mesin briket yaitu 3 cm x 3 cm dan tinggi 6 cm dan kemudian di cetak menggunakan mesin cetak briket dengan beban 5 kg. Hasil dari pembuatan briket di uji ketahanan, uji nilai kalor dan uji laju pembakaran. Adapun hasil pembuatan briket dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1. Hasil pembuatan briket dan abu pembakaran pada variasi ukuran partikel

4.2 Hasil Uji Kadar Air

Hasil uji kadar air dilakukan dengan tujuan untuk menentukan kualitas briket yang dihasilkan, dengan cara dihitung dari kekurangan berat dari berat awal briket (berat yang hilang) dibagi berat awal briket dikalikan 100%, adapun persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung kadar air yaitu :

$$\text{Kadar air} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat sampel awal (gr)

B = Berat sampel ketika sudah dikeringkan pada suhu 100°C (gram)

a. Nilai kadar air dengan variasi ukuran partikel 20 Mesh

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{45,05 \text{ gram} - 40,41 \text{ gram}}{45,05 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 10,29 \% \end{aligned}$$

b. Nilai kadar air dengan variasi ukuran partikel 40 Mesh

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{45,68 \text{ gram} - 41,63 \text{ gram}}{45,68 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 8,86 \% \end{aligned}$$

c. Nilai kadar air dengan variasi ukuran partikel 60 Mesh

$$\text{Kadar air} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

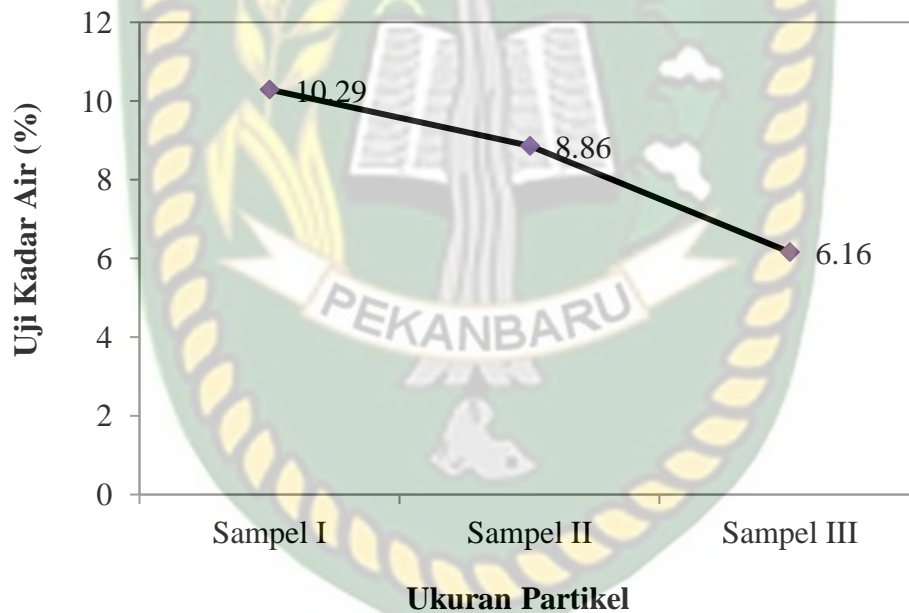
$$= \frac{44,47 \text{ gram} - 41,75 \text{ gram}}{44,47 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 6,16 \%$$

Berikut hasil dari pengujian ketahanan briket dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil pengujian kadar air pada briket

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Berat Awal (gram)	Berat Setelah dikeringkan (gram)	Kadar Air (%)
1.	20	45,05	40,41	10,29
2.	40	45,68	41,63	8,86
3.	60	44,47	41,75	6,16



Gambar 4.2. Hasil pengujian kadar air pada variasi ukuran partikel briket

Berdasarkan gambar 4.2 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kadar air rata-rata pada briket dengan ukurang partikel 20 mesh yaitu 10,29%, briket dengan ukuran partikel 40 mesh sebesar 8,86% dan briket dengan ukuran partikel 60 mesh

sebesar 6,16%. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh ukuran partikel terhadap kadar air, semakin kecil ukuran partikel maka semakin rendah nilai kadar air dan sesuai standar SNI < 8% (M. Arafatir Aljarwi, 2020).

4.3 Hasil Uji Ketahanan

Hasil uji ketahanan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa kuat ketahanan briket pada saat terkena benturan, dengan cara menjatuhkan briket dari ketinggian 2 meter. Briket yang memiliki nilai ketahanan yang tinggi maka dapat dipastikan briket tersebut memiliki nilai kerapatan yang tinggi juga dan dapat meningkatkan nilai kalor dari bahan bakar briket. Adapun persamaan yang digunakan untuk mengetahui nilai ketahanan dari briket yaitu :

$$\text{Persen loss (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

$$\text{Ketahanan briket (\%)} = 100\% - \text{persen loss}$$

Keterangan:

m_1 = massa awal (sebelum dijatuhkan)

m_2 = massa akhir (setelah dijatuhkan)

Tabel 4.2. Data uji ketahanan pada briket

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Tinggi Jatuh Benda (meter)	Massa Awal (m_1)	Massa Akhir (m_2)
1.	20	2	40,41	26,88
2.	40	2	41,63	33,91
3.	60	2	41,75	39,77

- a. Nilai ketahanan dengan variasi ukuran partikel 20 Mesh

$$\begin{aligned}\text{Persen loss (\%)} &= \frac{40,41 - 26,88}{40,41} \times 100\% \\ &= 33,48\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ketahanan briket (\%)} &= 100\% - \text{persen loss} \\ &= 100\% - 33,48\% \\ &= 66,52\%\end{aligned}$$

- b. Nilai ketahanan dengan variasi ukuran partikel 40 Mesh

$$\begin{aligned}\text{Persen loss (\%)} &= \frac{41,63 - 33,91}{41,63} \times 100\% \\ &= 18,54\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ketahanan briket (\%)} &= 100\% - \text{persen loss} \\ &= 100\% - 18,54\% \\ &= 81,46\%\end{aligned}$$

- c. Nilai ketahanan dengan variasi ukuran partikel 60 Mesh

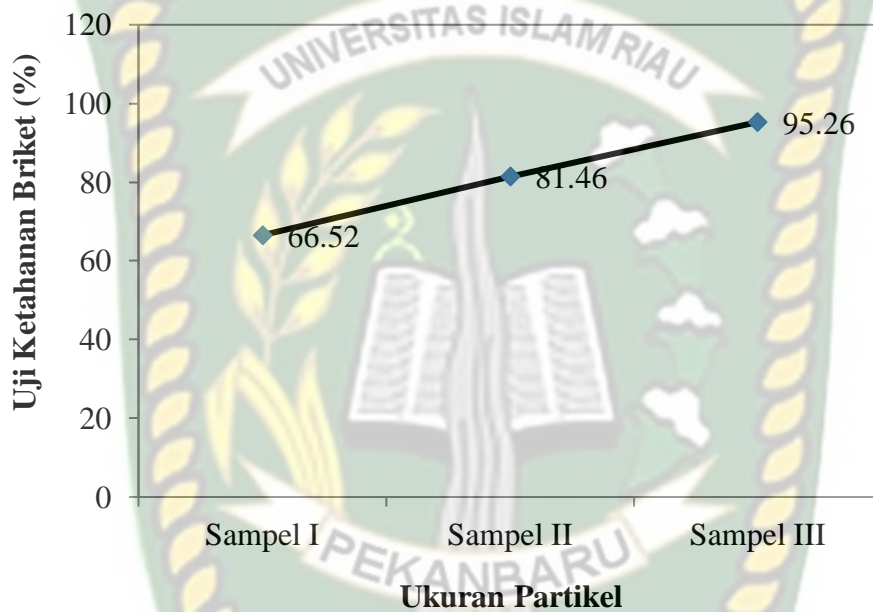
$$\begin{aligned}\text{Persen loss (\%)} &= \frac{41,75 - 39,77}{41,75} \times 100\% \\ &= 4,74\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ketahanan briket (\%)} &= 100\% - \text{persen loss} \\ &= 100\% - 4,74\% \\ &= 95,26\%\end{aligned}$$

Berikut hasil dari pengujian ketahanan briket dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil pengujian ketahanan briket

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Tinggi Jatuh Benda (meter)	Persen loss (%)	Ketahanan Briket (%)
1.	20	2	33,48	66,52
2.	40	2	18,54	81,46
3.	60	2	4,74	95,26



Gambar 4.3. Hasil pengujian ketahanan briket pada variasi ukuran partikel briket

Hasil uji ketahanan pada spesimen briket dengan ukuran partikel briket 20 mesh pada sampel I didapat yaitu 66,52%, terjadi kenaikan nilai ketahanan briket pada sampel II dengan ukuran partikel briket 40 mesh didapat yaitu 81,46% dan terus naiknya nilai ketahanan briket pada sampel III dengan ukuran partikel 60 mesh didapat yaitu 95,26%. Semakin kecil ukuran partikel semakin tinggi nilai ketahanan briket dan sebaliknya semakin besar ukuran partikel semakin rendah nilai ketahanan

briket. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh ukuran partikel pada ketahanan briket, dimana ukuran partikel kecil mampu memperkuat terjadinya ikatan permukaan antara arang tempurung kelapa dan tepung tapioka, sehingga ukuran partikel kecil dapat menahan benturan yang lebih baik dibandingkan ukuran yang besar. Berdasarkan ukuran partikel 60 mesh yaitu 95,26% sesuai dengan standar SNI >95% (Ebid Diah Safitri, 2020).

4.4 Hasil Uji Nilai Kalor

Hasil uji nilai kalor dilakukan di UPT Laboratorium Pengujian DINAS ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL, dalam proses uji nilai kalor (HHV) mengikuti standar ASTM D 5865/D5865M-19 dengan variasi ukuran partikel pada briket berbahan arang tempurung kelapa dan tepung tapioka. Adapun hasil uji nilai kalor yang didapat dimasukkan ke dalam sebuah tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data uji nilai kalor (HHV) pada briket

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Nilai Kalor (HHV) cal/gram	METODE ACUAN
1.	20	6325,10	ASTM D 5865/D5865M-19
2.	40	6599,92	
3.	60	6704,69	

Adapun persamaan yang digunakan untuk mengetahui nilai ketahanan dari briket yaitu :

$$\text{LHV (Lowest Heating Value)} = \frac{Q}{\text{massa}_{\text{briket}}}$$

$$\text{HHV (Higest Heating Value)} = \text{LHV} + 3240 \text{ J/gram}$$

- a. Nilai kalor dengan variasi ukuran partikel 20 mesh dan nilai HHV

6325,10 cal/gram

$$1 \text{ cal/gram} = 4,1868 \text{ J/gram}$$

$$\begin{aligned}
 6325,10 \text{ cal/gram} &= 6325,10 \text{ cal/gram} \times \frac{4,1868 \text{ J/gram}}{1 \text{ cal/gram}} \\
 &= 26481,92 \text{ J/gram}
 \end{aligned}$$

$$\text{HHV (Higest Heating Value)} = \text{LHV} + 3240 \text{ J/gram}$$

$$\text{LHV (Lowest Heating Value)} = \text{HHV} - 3240 \text{ J/gram}$$

$$= 26481,92 \text{ J/gram} - 3240 \text{ J/gram}$$

$$= 23241,92 \text{ J/gram}$$

$$= 5551,23 \text{ cal/gram}$$

$$\text{LHV (Lowest Heating Value)} = \frac{Q}{\text{massa}_{\text{briket}}}$$

$$Q = \text{LHV} \times \text{Massa}_{\text{briket}}$$

$$Q = 23241,92 \text{ J/gram} \times 1 \text{ gram}$$

$$= 23241,92 \text{ J}$$

- b. Nilai kalor dengan variasi ukuran partikel 40 mesh dan nilai HHV

6599,92 cal/gram

$$1 \text{ cal/gram} = 4,1868 \text{ J/gram}$$

$$\begin{aligned}
 6599,92 \text{ cal/gram} &= 6599,92 \text{ cal/gram} \times \frac{4,1868 \text{ J/gram}}{1 \text{ cal/gram}} \\
 &= 27632,54 \text{ J/gram}
 \end{aligned}$$

$$\text{HHV (Higest Heating Value)} = \text{LHV} + 3240 \text{ J/gram}$$

$$\text{LHV (Lowest Heating Value)} = \text{HHV} - 3240 \text{ J/gram}$$

$$= 27632,54 \text{ J/gram} - 3240 \text{ J/gram}$$

$$= 24392,54 \text{ J/gram}$$

$$= 5826,05 \text{ cal/gram}$$

$$\text{LHV (Lowest Heating Value)} = \frac{Q}{\text{massa}_{\text{briket}}}$$

$$Q = \text{LHV} \times \text{Massa}_{\text{briket}}$$

$$Q = 24392,54 \text{ J/gram} \times 1 \text{ gram}$$

$$= 24392,54 \text{ J}$$

c. Nilai kalor dengan variasi ukuran partikel 60 mesh dan nilai HHV

$$6704,69 \text{ cal/gram}$$

$$1 \text{ cal/gram} = 4,1868 \text{ J/gram}$$

$$6704,69 \text{ cal/gram} = 6704,69 \text{ cal/gram} \times \frac{4,1868 \text{ J/gram}}{1 \text{ cal/gram}}$$

$$= 28071,19 \text{ J/gram}$$

$$\text{HHV (Highest Heating Value)} = \text{LHV} + 3240 \text{ J/gram}$$

$$\text{LHV (Lowest Heating Value)} = \text{HHV} - 3240 \text{ J/gram}$$

$$= 28071,19 \text{ J/gram} - 3240 \text{ J/gram}$$

$$= 24831,19 \text{ J/gram}$$

$$= 5930,82 \text{ cal/gram}$$

$$\text{LHV (Lowest Heating Value)} = \frac{Q}{\text{massa}_{\text{briket}}}$$

$$Q = \text{LHV} \times \text{Massa}_{\text{briket}}$$

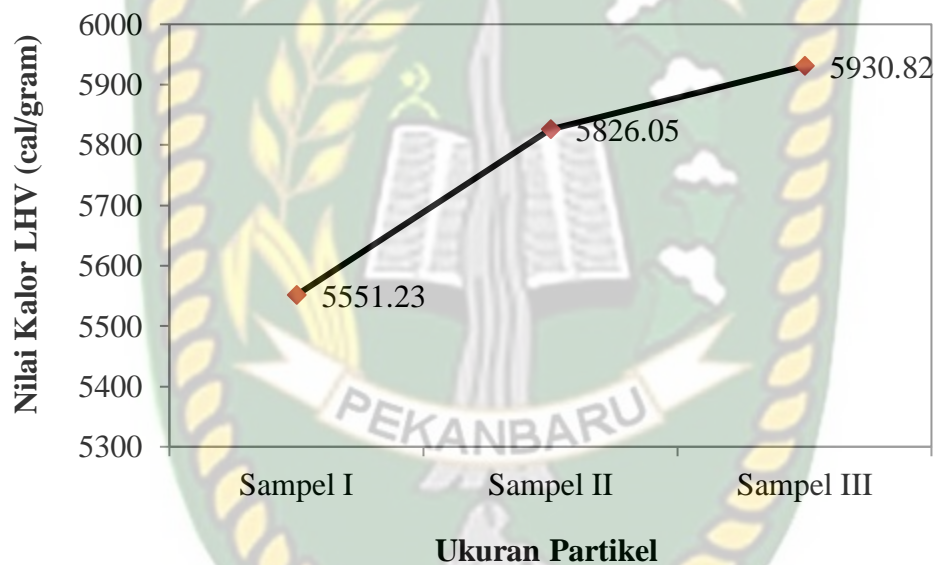
$$Q = 24831,19 \text{ J/gram} \times 1 \text{ gram}$$

$$= 24831,19 \text{ J}$$

Hasil dari pengujian nilai kalor dapat dilihat pada tabel 4.5 Nilai kalor (LHV dan HHV):

Tabel 4.5. Hasil pengujian nilai kalor (LHV dan HHV)

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Nilai Kalor (HHV) cal/gram	Nilai Kalor (LHV) cal/gram
1.	20	6325,10	5551,23
2.	40	6599,92	5826,05
3.	60	6704,69	5930,82

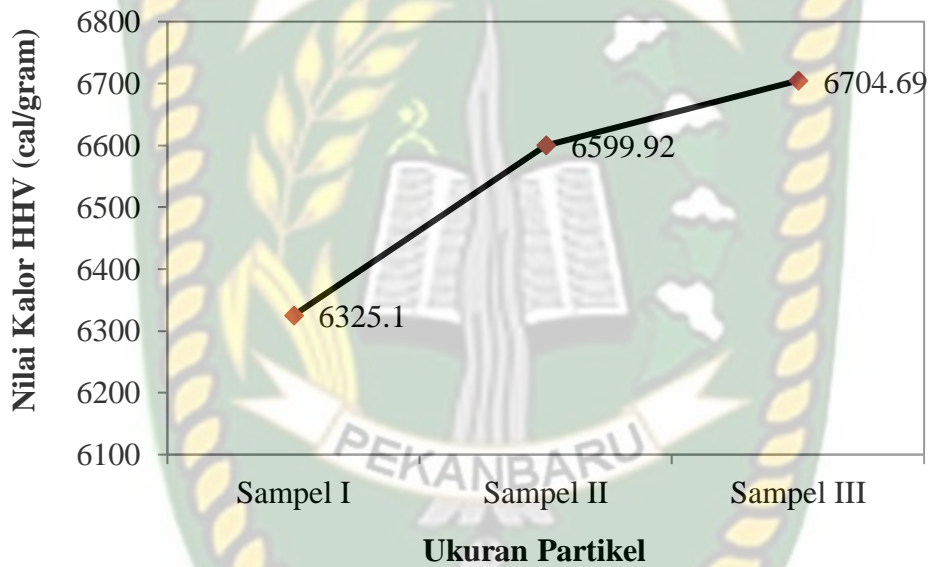


Gambar 4.4. Hasil uji nilai kalor LHV pada variasi ukuran partikel briket

Hasil uji nilai kalor LHV dengan variasi ukuran partikel briket 20 mesh pada sampel I didapat yaitu 5551,23 cal/gram, pada sampel II dengan variasi ukuran partikel 40 mesh terjadi kenaikan nilai kalor LHV yaitu 5826,05 cal/gram dan pada sampel III juga terjadi kenaikan nilai kalor LHV dengan ukuran partikel 60 mesh yaitu 5930,82 cal/gram. Semakin kecil ukuran partikel menghasilkan nilai kalor yang

lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan pada briket ukuran 60 mesh adanya kadar air semakin sedikit dan ikatan antar partikel yang lebih kuat sehingga menyebabkan nilai kalor briket semakin tinggi pula.

Pada pengujian ini nilai kalor yang dihasil dari briket arang tempurung kelapa dan pengikat tepung tapioka dengan ukuran partikel 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh sesuai standar SNI 01-6235-2000 yang ada di Indonesia yaitu sebesar 5000 cal/gram.



Gambar 4.5. Hasil uji nilai kalor HHV pada variasi ukuran partikel briket

Hasil uji nilai kalor HHV dengan variasi ukuran partikel briket 20 mesh pada sampel I didapat yaitu 6325,1 cal/gram, pada sampel II dengan variasi ukuran partikel 40 mesh terjadi kenaikan nilai kalor HHV yaitu 6599,92 cal/gram dan pada sampel III juga terjadi kenaikan nilai kalor HHV dengan ukuran partikel 60 mesh yaitu 6704,69 cal/gram. Variasi ukuran partikel lebih kecil menghasilkan nilai kalor HHV yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan variasi ukuran partikel besar, hal ini

dikarenakan ukuran partikel lebih kecil memiliki kadar air lebih sedikit sehingga meningkatkan nilai kalor HHV.

Pada pengujian ini nilai kalor yang dihasil dari briket arang tempurung kelapa dengan pengikat tepung tapioka dapat menghasilkan nilai kalor sesuai dengan standar SNI 01-6235-2000 yang ada di Indonesia yaitu sebesar 5000 cal/gram.

4.5 Hasil Uji Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan terbakarnya sebuah briket serta massa yang hilang persatuan menit saat proses pembakaran berlangsung. Dimana, semakin rendah nilai laju pembakaran pada briket maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menyalakan briket. Namun, briket dengan nilai laju pembakaran yang rendah dapat bertahan lebih lama dibandingkan dengan briket yang nilai laju pembakarannya tinggi. Adapun persamaan yang digunakan untuk mencari nilai laju pembakaran yaitu:

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{\Delta(m)}{t}$$

Dimana :

$\Delta(m)$ = massa briket awal – massa briket akhir (gram)

t = waktu pembakaran (menit)

Tabel 4.6. Data uji laju pembakaran pada briket

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Massa Briket (gram)	Massa Abu (gram)	Lama Pembakaran (menit)
1.	20	40,41	3,37	298
2.	40	41,63	2,25	333
3.	60	41,75	2,20	349

- a. Laju pembakaran dengan variasi ukuran partikel 20 mesh

$$\begin{aligned} \text{Laju pembakaran} &= \frac{\Delta(m)}{t} \text{ (gram/ menit)} \\ &= \frac{40,41 \text{ gram} - 3,37 \text{ gram}}{298 \text{ menit}} \\ &= 0,124 \text{ gram/menit} \end{aligned}$$

- b. Laju pembakaran dengan variasi ukuran partikel 40 mesh

$$\begin{aligned} \text{Laju pembakaran} &= \frac{\Delta(m)}{t} \text{ (gram/ menit)} \\ &= \frac{41,63 \text{ gram} - 2,25 \text{ gram}}{333 \text{ menit}} \\ &= 0,118 \text{ gram/menit} \end{aligned}$$

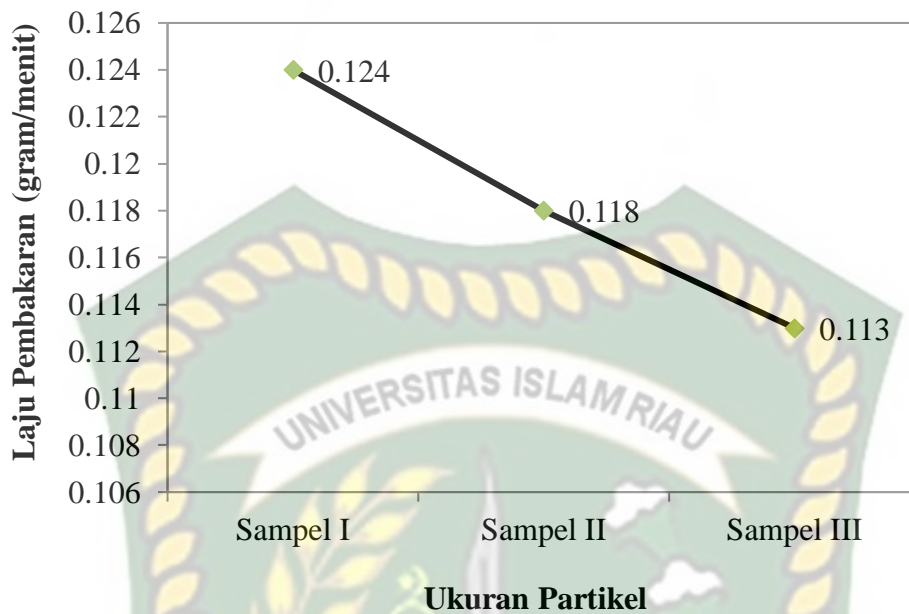
- c. Laju pembakaran dengan variasi ukuran partikel 60 mesh

$$\begin{aligned} \text{Laju pembakaran} &= \frac{\Delta(m)}{t} \text{ (gram/ menit)} \\ &= \frac{41,75 \text{ gram} - 2,20 \text{ gram}}{349 \text{ menit}} \\ &= 0,113 \text{ gram/menit} \end{aligned}$$

Hasil dari pengujian laju pembakaran dapat dilihat pada tabel 4.7 laju pembakaran pada briket:

Tabel 4.7. Hasil pengujian laju pembakaran pada briket

No.	Variasi ukuran partikel (mesh)	Massa Briket (gram)	Massa Abu (gram)	Lama Pembakaran (menit)	Laju Pembakaran (gram/menit)
1.	20	40,41	3,37	298	0,124
2.	40	41,63	2,25	333	0,118
3.	60	41,75	2,20	349	0,113



Gambar 4.6. Hasil uji laju pembakaran pada variasi ukuran partikel briket

Hasil uji laju pembakaran pada briket dengan ukuran partikel briket 20 mesh pada sampel I didapat yaitu 0,124 gram/menit. Pada sampel II dan sampel III dengan ukuran partikel 40 mesh dan 60 mesh terjadinya degradasi pada nilai laju pembakaran yaitu 0,118 gram/menit dan 0,113 gram/menit. Semakin kecil ukuran partikel semakin rendah nilai laju pembakaran briket dan sebaliknya semakin besar ukuran partikel semakin tinggi nilai laju pembakaran briket. Hal ini dikarenakan pengaruh ukuran partikel kecil mampu memperapat ikatan permukaan antara arang tempurung kelapa dan tepung tapioka mengakibatkan bagusnya nilai ketahanan dan mampu mempertahankan penyimpanan nilai kalor pada briket sehingga berdampak terhadap nyala api yang dihasilkan akan semakin lama dan nilai kalor yang dihasilkanpun akan tinggi pula.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari pengaruh variasi ukuran partikel pada karakteristik briket berbahan tempurung kelapa terhadap nilai kalor didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil kadar air terjadi penurunan nilai kadar air rata-rata pada briket dengan ukuran partikel 60 mesh yaitu 6,16%. Karena semakin kecil ukuran partikel maka semakin rendah nilai kadar air dan sesuai standar SNI < 8%.
2. Hasil uji ketahanan briket tertinggi terjadi pada sampel III dengan ukuran partikel 60 mesh yaitu 95,26%. Karena adanya pengaruh ukuran partikel kecil mampu memperkuat terjadinya ikatan permukaan antara arang tempurung kelapa dan tepung tapioka, sehingga ukuran partikel kecil dapat menahan benturan yang lebih baik dibandingkan ukuran yang besar. Berdasarkan ukuran partikel 60 mesh yaitu 95,26% sesuai dengan standar SNI >95%
3. Hasil uji nilai kalor LHV dan HHV tertinggi terjadi pada sampel III dengan ukuran partikel 60 mesh. Karena adanya pengaruh ukuran partikel kecil terhadap nilai kalor, semakin kecil ukuran partikel menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan pada briket ukuran 60 mesh adanya kadar air semakin sedikit dan ikatan antar partikel yang lebih kuat sehingga menyebabkan nilai kalor briket semakin tinggi pula.

4. Hasil laju pembakaran briket yang lebih lama terjadi pada sampel III dengan ukuran partikel 60 mesh. Karena pengaruh ukuran partikel kecil mampu memperapat ikatan permukaan antara arang tempurung kelapa dan tepung tapioka mengakibatkan bagusnya nilai ketahanan dan mampu mempertahankan penyimpanan nilai kalor pada briket sehingga berdampak terhadap nyala api yang dihasilkan akan semakin lama dan nilai kalor yang dihasilkanpun akan tinggi pula.

5.2 Saran

Pengaruh variasi ukuran partikel pada karakteristik briket berbahan tempurung kelapa terhadap nilai kalor ini meski sudah cukup memenuhi harapan, namun masih mempunyai kekurangan. Oleh karena itu, peneliti memberikan saran sebagai berikut :

1. Pada saat menyatukan arang dan perekat, perekat sebaiknya dimasak bersamaan dengan air agar rekatan yang dihasilkan sempurna.
2. Untuk penelitian berikutnya diharapkan menggunakan jenis campuran bahan baku atau perekat yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Virgiwan. 2022. Pengaruh Variasi Bahan Baru Pada Karakteristik Briket Campuran Tempurung Kelapa dan Bonggolan Jagung. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Arbi, Yaumal, Eka Rahmatul Aidha, and Linda Deflianti. 2018. "Analisis Nilai Kalori Briket Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di Kecamatan Sipora Utara Kabupaten Mentawai." *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan* 1(3):119–123.
- Aryani, N. P., and S. S. Edie. 2017. "Pengembangan Briket Bonggol Jagung Sebagai Sumber Energi Terbarukan." *Jurnal Mipa* 40(1):20– 23.
- Dani Sucipto, Cecep. 2012. *Teknologi pengolahan daur ulang sampah*. Cetakan pertama, Penerbit : Gosyen Publishing. Yogyakarta.
- D. Hendra. 2007. Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal. Penelitian Hasil Hutan Vol. 25 No. 3*.
- Elfiano and Angin. 2013. "Analisa Karakteristik Pembakaran Brikettongkol Jagung Dengan Proses Karbonisasi Dan NonKarbonisasi". 116-122.
- Erwin J., Julham P. P., Netti H. 2015. Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor dan Karakteristik Pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga pinnata*). *JMEL* 4(2). 46-52.
- Ikawati. 2015. Pengaruh Variasi Ukuran Partiket Briket Terhadap Karakteristik Termal Briket Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin Universitas Jember. Jawa Timur.
- Manisi, La, Kadir., A. Kadir. 2019. Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Karakteristik Briket Campuran Sekam Padi dan Kulit Jambu Mete. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin* 4(2):60–67.

Maryono, dkk. 2013. Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*, Vol. 14, No. 1.

Qistina, Idzni, D. Sukandar., Trilaksono. 2016. Kajian Kualitas Briket Biomassa Dari Sekam Padi Dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Kimia VALENSI* 2(2):136–42.

Sudiro dan Sigit. 2014. Pengaruh Komposisi dan Ukuran Serbuk Briket yang Terbuat dari Batubara dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran, Surakarta. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta*. 2 (2) : 4.

Sulistyaningarti, Lilih., B. Utami. 2017. *Making Charcoal Briquettes from Corncobs Organic Waste Using Variation of Type and Percentage of Adhesives*. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)* 2(1):43.

Surono, Untoro Budi. 2012. “Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dengan Proses Karbonisasi Dan Pembriketan.” *Jurnal Rekayasa*.

Ummi Kalsum. 2016. Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Limbah Tongkol Jagung, Kulit Durian dan Serbuk Gergaji Menggunakan Perekat Tapioka. *Jurnal Distilasi*, Vol. 1 No. 1.

Yuwono, J. 2009. Pengaruh Penambahan Bahan Penyala Pada Briket Arang dari Limbah Serbuk Kayu Jati. *Tesis*. Magister Sistem Teknik, UGM. Yogyakarta.