



**ANALISIS KARAKTERISTIK BRIKET BIOARANG KULIT
SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN VARIASI
PEREKAT TEPUNG TAPIOKA**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana, pada
program studi teknik pertanian.*

SKRIPSI

Oleh

**Brilyan Fikri Fahrizal
NIM 181710201066**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JEMBER
2023**



**ANALISIS KARAKTERISTIK BRIKET BIOARANG KULIT
SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN VARIASI
PEREKAT TEPUNG TAPIOKA**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana, pada
program studi teknik pertanian.*

SKRIPSI

Oleh

**Brilyan Fikri Fahrizal
NIM 181710201066**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JEMBER
2023**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua Ibu Sri Setiowati dan Bapak Teguh Hadisasmito yang telah merawat, mendidik, dan mendoakan serta seluruh anggota keluarga besar atas doa dan dukungan yang selalu tercurahkan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.



MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(QS. Al Baqarah : 286)

“Pengetahuan tanpa tindakan adalah sia-sia, dan tindakan tanpa pengetahuan
adalah kegilaan”
(Abu Hamid Al Ghazali)

“Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu belajarlah tenang dan sabar”
(Umar bin Khattab)



PERNYATAAN ORSINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Brilyan Fikri Fahrizal

NIM : 181710201066

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Analisis Karakteristik Briket Bioarang Kulit Singkong dengan Penambahan Variasi Perekat Tepung Tapioka* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 Juli 2023

Yang menyatakan,

Brilyan Fikri Fahrizal

NIM 181710201066

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Analisis Karakteristik Briket Bioarang Kulit Singkong dengan Penambahan Variasi Perekat Tepung Tapioka* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 5 Juli 2023

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.T.P., M.Si. (.....)

NIP : 197407071999031001

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.,IPM. (.....)

NIP : 196809231994031009

2. Penguji Anggota 1

Nama : Prof. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil (.....)

NIP : 196412311989021040

ABSTRACT

Energy use and consumption in Indonesia only focuses on the use of fossil fuels which are used continuously and are now running low. There are many alternative energies that can be used as potential fuels in the use and consumption of energy, which are quite abundant in quantity but have not been optimized. Biomass energy has great potential to be used as renewable energy. Biomass energy sources can come from agricultural products that are not used or from agricultural industrial waste. One of the uses of biomass is to make it into a solid fuel or charcoal briquettes. There are many potential raw materials for making bioarang briquettes, one of which is cassava plant skin. This study aims to determine the characteristics of combustion (calorific value, moisture content, ash content, combustion rate, combustion temperature and firmness) in the manufacture of bioarang briquettes with the addition of tapioca adhesive. This is expected to produce quality briquettes and provide many benefits. The variable in the research on making cassava skin biocharcoal briquettes was the variation of adding tapioca adhesive. There were 3 adhesive treatments added, namely 10%, 15% and 20%. The analysis of this study used a one-way ANOVA test to determine the effect of adding tapioca adhesive variations. In the follow-up test using the tukey test to find out the mean pairs of treatments that were significantly different. The results of the analysis carried out in this study showed that the best briquette composition was based on the three treatments of adding tapioca flour, namely the highest calorific value in treatment C of 5734.190 cal/g, the lowest moisture content in treatment A of 3.804%, the lowest ash content in treatment A of 8.111%, the highest burning rate was in treatment C of 0.243 g/minute, the highest burning temperature was in treatment C of 189.14°C and the highest firmness was in treatment C of 8.6164 kg/cm².

Keywords: Biocharcoal Briquette, Biomass, Cassava Peel

RINGKASAN

Energi merupakan suatu komponen yang diperlukan oleh makhluk hidup dan memiliki ketersediaan cukup banyak. Penggunaan dan konsumsi energi di Indonesia hanya fokus pada penggunaan bahan bakar fosil yang digunakan secara terus menerus dan kini semakin menipis. Terdapat banyak energi alternatif yang dapat dijadikan potensi sebagai bahan bakar. Energi biomassa memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai energi terbarukan karena dapat meminimalisir penggunaan bahan bakar fosil. Sumber energi biomassa dapat berasal dari hasil pertanian yang tidak digunakan maupun dari limbah industri pertanian. Pemanfaatan biomassa dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan energi fosil dan mengurangi jumlah limbah pada lingkungan yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Salah satu pemanfaatan dari biomassa yaitu dijadikan suatu bahan bakar padat atau briket arang. Terdapat banyak bahan baku yang menjadi potensi sebagai bahan pembuatan briket bioarang salah satunya adalah kulit tanaman singkong. Limbah agroindustri merupakan bahan baku yang tepat untuk dijadikan briket bioarang karena nilai ekonomisnya rendah selain itu, dapat menjadi solusi untuk meminimalisir pencemaran lingkungan. Pada penelitian bertujuan untuk mengetahui karakteristik pembakaran (nilai kalor, kadar air, kadar abu, laju pembakaran, suhu pembakaran dan keteguhan) pada pembuatan briket bioarang dengan penambahan perekat tapioka dan komposisi manakah yang memiliki karakteristik terbaik untuk pembuatan briket bioarang kulit singkong dengan bahan perekat tepung tapioka.

Variabel pada penelitian pembuatan briket bioarang kulit singkong yaitu variasi penambahan perekat tapioka. Terdapat 3 perlakuan perekat yang ditambahkan yaitu 10%, 15% dan 20%. Analisis penelitian ini menggunakan uji Anova satu arah untuk mengetahui pengaruh pemberian variasi penambahan perekat tapioka. Pada uji lanjutan menggunakan uji tukey untuk mengetahui pasangan rata-rata perlakuan yang berbeda nyata.

Hasil analisis yang dilakukan pada penelitian ini memperlihatkan pengaruh nyata terhadap nilai kadar air dan suhu pembakaran. Namun tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar abu, laju pembakaran dan keteguhan. Komposisi briket terbaik pada penelitian ini berdasarkan dari ketiga perlakuan penambahan tepung tapioka yaitu Nilai kalor tertinggi pada perlakuan C sebesar 5734,190 kal/g, kadar air terendah pada perlakuan A sebesar 3,804%, kadar abu terendah pada perlakuan A sebesar 8,111%, laju pembakaran tertinggi pada perlakuan C sebesar 0,243 g/menit, suhu pembakaran tertinggi pada perlakuan C sebesar 189,14°C dan keteguhan tertinggi pada perlakuan C sebesar 8,6164 kg/cm². Penentuan komposisi briket bioarang kulit singkong terbaik menggunakan metode *scoring* yaitu terdapat pada perlakuan C dengan dosis perekat 20%.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan petunjuk dan hidayah - Nya sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Analisis Karakteristik Briket Bioarang Kulit Singkong dengan Penambahan Variasi Perekat Tepung Tapioka ”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, disampaikan ucapan terima kasih kepada pihak - pihak sebagai berikut:

1. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluang waktu dan memberikan bimbingan, arahan, dan nasihat dalam penulisan skripsi;
2. Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.,IPM., selaku Dosen Penguji Utama dan Prof. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono., M.Eng., M.Phil., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah membimbing dan memberikan arahan selama penyusunan naskah skripsi.
3. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan bimbingan, arahan, nasihat serta memberikan semangat dalam penulisan skripsi selama menjadi mahasiswa.
4. Rufiani Nadzirah, S.T.P., M.Sc., selaku Ketua Komisi Bimbingan yang memberikan arahan, bimbingan serta nasihat selama menempuh skripsi.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Pertanian dan pengampu mata kuliah yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman dengan rasa tulus dan ikhlas.
6. Seluruh Staff Jurusan Teknik Pertanian yang senantiasa membantu dalam pengurusan administrasi akademik.
7. Keluarga dan saudara yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, saran dan doa dalam penyusunan skripsi.
8. Fitria Dewi Milliana yang senantiasa memberikan semangat, dukungan dan doa dengan rasa tulus, sabar dan ikhlas selama penyusunan skripsi.

9. Seluruh teman-teman dan sahabat Perumahan, SMA, KWN 38 dan TEP 2018 yang telah memberikan tenaga, pikiran, kritik dan saran dalam penyusunan skripsi.
10. Reza selaku rekan penelitian yang telah membantu memberikan pikiran dan tenaga selama penelitian
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan selama penyusunan skripsi dan menimba ilmu di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Doa disertakan kepada seluruh pihak semoga senantiasa mendapatkan rahmat dan keberkahan dari Allah S.W.T atas kebaikan yang telah diberikan tanpa pamrih. Perlu disadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan serta penyusunan skripsi. Meskipun demikian, penyusunan skripsi sudah dilakukan dengan semaksimal mungkin agar naskah skripsi dapat diterima dan mudah dimengerti. Harapan untuk kedepannya, semoga skripsi ini memberikan banyak manfaat kepada banyak pihak dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Jember, 5 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN ORSINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN TEORI.....	5
2.1 Kulit Singkong.....	5
2.2 Biomassa.....	6
2.3 Briket dan Bioarang.....	6
2.4 Perekat Tapioka	7
2.5 Karakteristik Briket Bioarang.....	8
2.6 Teori Pembakaran.....	11
2.7 Karbonisasi	12
2.8 Densifikasi	12
2.9 Analysis of Varians (Anova)	13

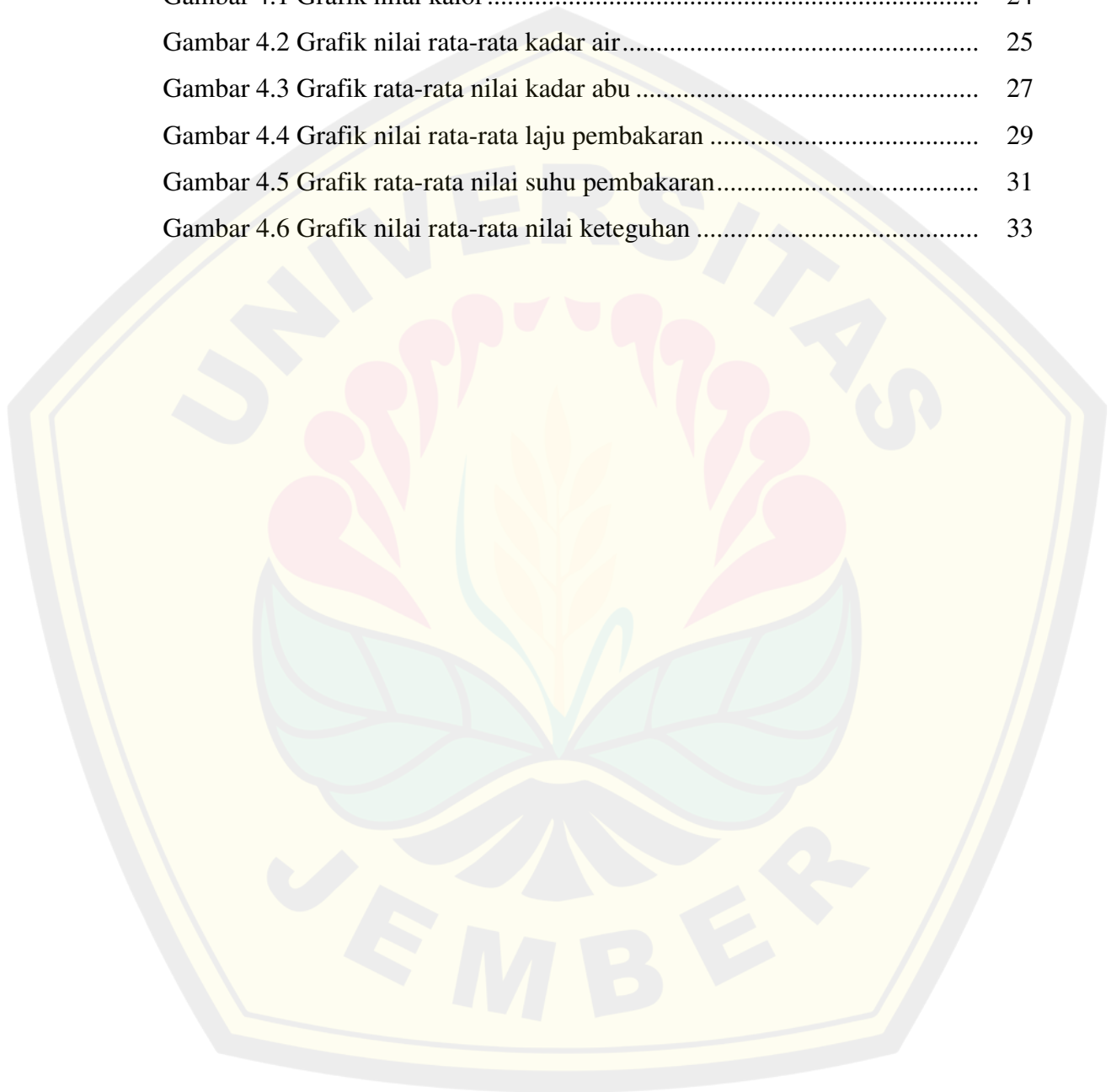
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Lokasi dan Tempat Penelitian	15
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....	15
3.3 Prosedur Penelitian	16
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Nilai Kalor	24
4.2 Kadar Air	25
4.3 Kadar Abu.....	27
4.4 Laju Pembakaran	29
4.5 Suhu Pembakaran	30
4.6 Keteguhan	32
4.7 Komposisi Briket Bioarang Terbaik.....	34
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN-LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kulit Singkong.....	5
Tabel 2.2 Daftar analisa bahan perekat.....	8
Tabel 3.1 Komposisi briket kulit singkong.....	18
Tabel 4.1 Analisis anova satu arah pada kadar air	26
Tabel 4.2 Analisis uji tukey pada kadar air.....	27
Tabel 4.3 Analisis anova satu arah pada kadar abu	28
Tabel 4.4 Analisis anova satu arah pada laju pembakaran	30
Tabel 4.5 Analisis anova satu arah pada suhu pembakaran.....	31
Tabel 4.6 Analisis uji tukey pada suhu pembakaran.....	32
Tabel 4.7 Analisis anova satu arah pada keteguhan.....	33
Tabel 4.8 Hasil uji menggunakan metode <i>scoring</i>	35

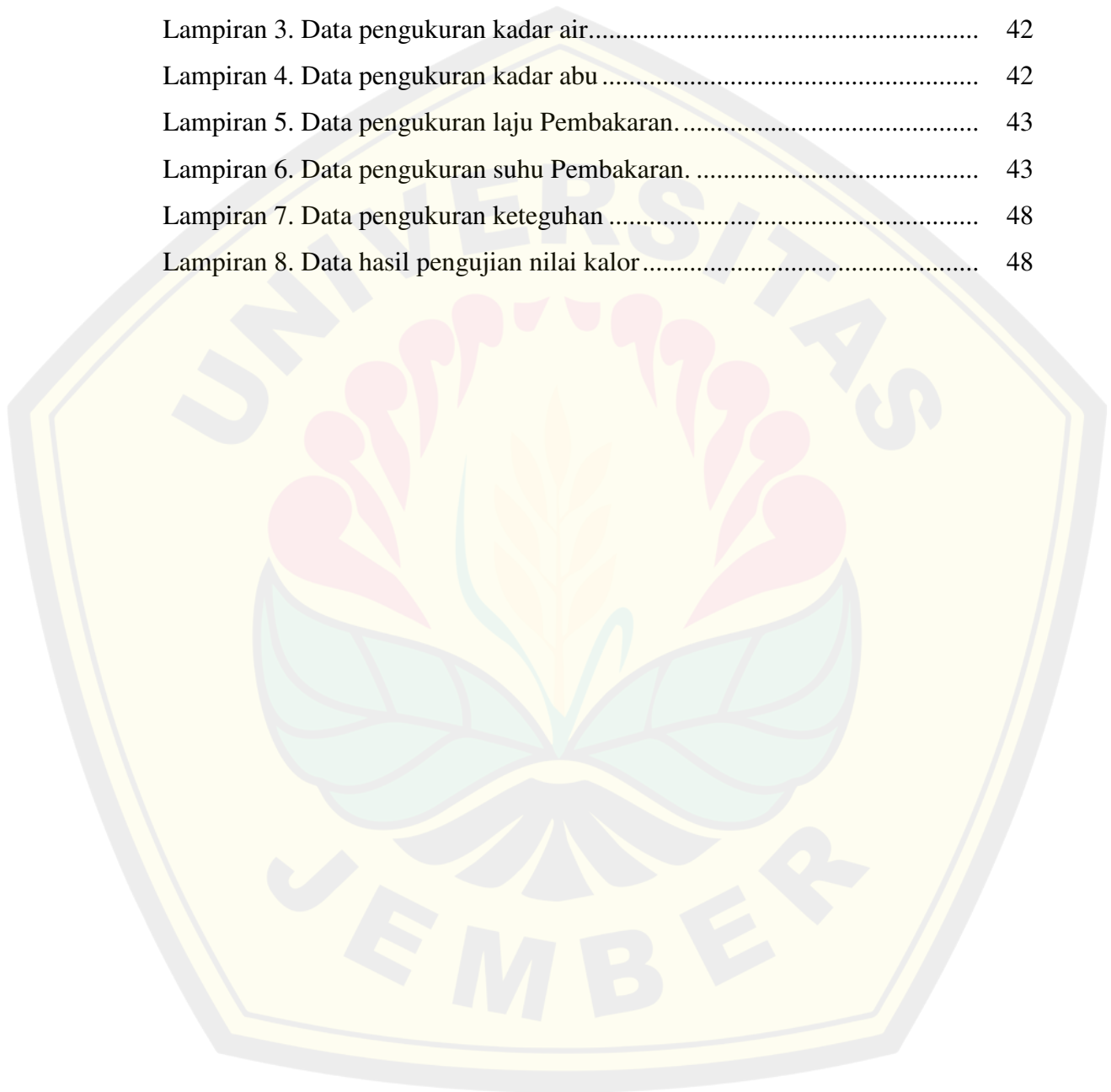
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram alir proses pembuatan briket kulit singkong	16
Gambar 4.1 Grafik nilai kalor	24
Gambar 4.2 Grafik nilai rata-rata kadar air	25
Gambar 4.3 Grafik rata-rata nilai kadar abu	27
Gambar 4.4 Grafik nilai rata-rata laju pembakaran	29
Gambar 4.5 Grafik rata-rata nilai suhu pembakaran.....	31
Gambar 4.6 Grafik nilai rata-rata nilai keteguhan	33



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi penelitian.....	40
Lampiran 2. Data pengukuran nilai kalor.	42
Lampiran 3. Data pengukuran kadar air.....	42
Lampiran 4. Data pengukuran kadar abu.....	42
Lampiran 5. Data pengukuran laju Pembakaran.....	43
Lampiran 6. Data pengukuran suhu Pembakaran.	43
Lampiran 7. Data pengukuran keteguhan.....	48
Lampiran 8. Data hasil pengujian nilai kalor.....	48



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan suatu komponen yang diperlukan oleh makhluk hidup dan memiliki ketersediaan cukup banyak. Penggunaan dan konsumsi energi di Indonesia hanya fokus pada penggunaan bahan bakar fosil yang digunakan secara terus menerus dan kini semakin menipis. Peningkatan kebutuhan dan penggunaan bahan bakar fosil setiap tahunnya dapat menyebabkan terjadinya krisis bahan bakar, maka dari itu dibutuhkan alternatif suatu energi dari sumber lain (Mariati dan Yusbarina, 2017). Terdapat banyak energi alternatif yang dapat dijadikan potensi sebagai bahan bakar dalam penggunaan dan konsumsi energi yang kuantitasnya cukup melimpah namun belum dioptimalkan.

Energi biomassa memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai energi terbarukan. Hal tersebut dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, selain itu Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki hasil pertanian cukup melimpah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi biomassa. Sumber energi biomassa dapat berasal dari hasil pertanian yang tidak digunakan maupun dari limbah industri pertanian. Biomassa tersebut kebanyakan hanya menjadi limbah yang tidak terolah dan dapat mencemari lingkungan. Maka dari itu, pemanfaatan biomassa dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan energi fosil dan mengurangi jumlah limbah pada lingkungan yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif (Dewi dan Kholik, 2018).

Kurangnya pengetahuan masyarakat akan biomassa membuat banyak sisa hasil limbah pertanian menjadi tidak dimanfaatkan. Pemanfaatan biomassa telah banyak dilakukan untuk mengembangkan sumber energi terbarukan. Salah satu pemanfaatan dari biomassa yaitu dijadikan suatu bahan bakar padat atau briket arang. Briket arang adalah salah satu bahan bakar alternatif dari biomassa yang berasal dari bahan berupa partikel berukuran kecil menjadi material padat untuk dijadikan bahan bakar dengan nilai pembakaran tinggi. Menurut Vachlepi dan Suwardin (2013), briket arang merupakan bahan bakar arang biomassa yang dibuat

dari limbah proses produksi atau pengolahan agroindustri. Briket arang dijadikan suatu arang dengan bentuk tertentu yang dibuat dengan teknik pengepresan dan menggunakan bahan perekat sebagai pengeras.

Terdapat banyak bahan baku yang menjadi potensi sebagai bahan pembuatan briket bioarang salah satunya adalah kulit tanaman singkong. Singkong merupakan makanan pokok ketiga setelah padi dan jagung bagi masyarakat Indonesia dan tanaman ini dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah tropis serta memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi berbagai tanah. Kulit dari tanaman singkong dapat dijadikan suatu bahan dalam pembuatan energi alternatif seperti briket bioarang. Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur (2019), jumlah produksi singkong pada tahun 2017 di Kabupaten Jember mencapai 36.288 ton, yang menghasilkan kulit limbah singkong sebesar 6.234 ton. Angka tersebut menunjukkan bahwa kulit singkong memiliki potensi untuk menjadi bahan bakar alternatif seperti briket bioarang. Menurut Vachlepi dan Suwardin (2013), biomassa dari hasil pertanian khususnya limbah agroindustri merupakan bahan baku yang tepat untuk dijadikan briket bioarang karena nilai ekonomisnya rendah selain itu, dapat menjadi solusi untuk meminimalisir pencemaran lingkungan.

Menurut Syahrir *et al.*, (2017) briket bioarang kulit singkong memiliki nilai kalor sebesar 6.141 kal/gram. Hal ini menunjukkan bahwa briket bioarang dari kulit singkong tersebut dapat digunakan sebagai sumber energi bahan bakar alternatif. Pembuatan briket bioarang dibutuhkan adanya tambahan perekat yang digunakan untuk merekatkan partikel-partikel arang pada saat proses pembuatan briket. Menurut Saleh (2013), tepung tapioka merupakan salah satu perekat yang umum digunakan karena mudah ditemukan dan harganya relatif murah. Selain itu penggunaan tepung tapioka sebagai bahan perekat akan menambah kualitas briket serta kepadatan briket yang tinggi. Oleh karena itu, untuk menghasilkan briket dengan nilai kalor yang tinggi perlu adanya penelitian terkait penentuan komposisi yang tepat antara bahan briket bioarang kulit singkong sebagai bahan utama dan tepung tapioka sebagai perekat. Hal ini diharapkan dapat menghasilkan briket yang berkualitas dan memberikan banyak manfaat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik briket bioarang kulit singkong (nilai kalor, kadar air, kadar abu, laju pembakaran, suhu pembakaran dan keteguhan) dengan variasi komposisi bahan perekat tepung tapioka?
2. Komposisi manakah yang memiliki karakteristik terbaik untuk pembuatan briket bioarang kulit singkong dengan bahan perekat tepung tapioka?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu bahan baku utama yang digunakan pada pembuatan briket bioarang yaitu kulit singkong yang didapatkan dari UMKM Keripik Singkong Jl. Piere Tendean No. 32 Kelurahan Karangrejo, Kecamatan Sumbersari dan penambahan variasi dosis kadar bahan perekat tepung tapioka. Perlakuan variasi tepung tapioka sebagai bahan perekat yang digunakan adalah 10%, 15%, dan 20% dari berat bahan baku briket. Pengujian yang dilakukan yaitu melakukan pengamatan kadar air briket, kadar abu briket, suhu briket, laju pembakaran, jumlah energi (nilai kalor) dan keteguhan yang dihasilkan dari pembakaran briket kulit singkong. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan *analysis of varians* (Anova) satu faktor.

1.4 Tujuan Penelitian

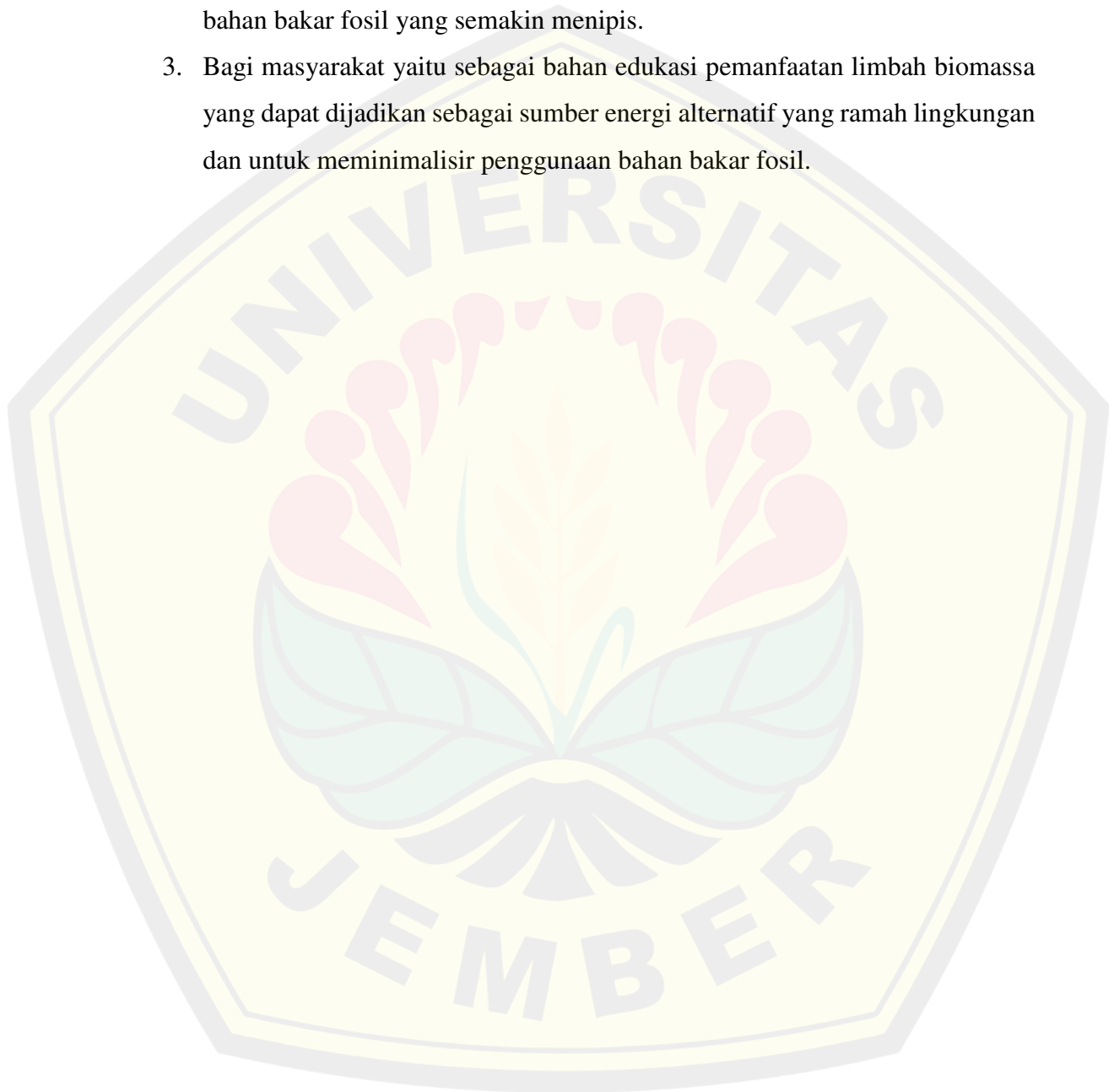
Tujuan dari penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik briket bioarang kulit singkong (nilai kalor, kadar air, kadar abu, laju pembakaran, suhu pembakaran dan keteguhan) dengan variasi komposisi bahan perekat tepung tapioka.
2. Menganalisis komposisi yang memiliki karakteristik terbaik untuk pembuatan briket bioarang kulit singkong dan bahan perekat tepung tapioka.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Bagi IPTEK yaitu memberikan pengetahuan tentang karakteristik briket bioarang dan dapat digunakan sebagai referensi bahan penelitian terkait.
2. Bagi pemerintah yaitu digunakan sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil yang semakin menipis.
3. Bagi masyarakat yaitu sebagai bahan edukasi pemanfaatan limbah biomassa yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan untuk meminimalisir penggunaan bahan bakar fosil.



BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Kulit Singkong

Ubi kayu (*Manihot esculenta*) atau singkong merupakan komoditi sumber karbohidrat yang menduduki urutan ketiga terbesar di Indonesia setelah padi dan jagung. Ubi kayu memiliki batang berbentuk bulat dan bergerigi yang terbentuk dari bekas pangkal tangkai daun. Tinggi batang dari tanaman ubi kayu yaitu 1 hingga 4 meter dan memiliki tangkai panjang serta helaian daunnya menyerupai telapak tangan. Tanah pada ubi kayu umumnya berstruktur remah, tidak terlalu liat, dan gembur (Kholiq, 2017). Menurut Kholiq (2017) menjelaskan, pada sistematika tanaman singkong termasuk dalam kategori kelas *Dicotyledonae* dan termasuk family *Euphorbiaceae* genus *Manihot* yang mempunyai 7.200 spesies. Singkong secara taksonomi diklasifikasikan sebagai berikut:

Kindom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot esculenta</i>

Kulit singkong merupakan limbah dari industri ketela pohon seperti singkong dan tepung tapioka. Setiap pengolahan singkong yaitu menghasilkan 15-20% kulit umbi setiap kilogramnya (Nurhudah, 2018). Komposisi kulit singkong dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Komposisi kulit singkong

Parameter	Nilai (%)
Kadar air	7,9 - 10,32%
Protein kasar	1,5 - 3,7%
Pati	44 - 59%
Lemak Kasar	0,8 - 2,1%

Sumber: (Siburian, 2019)

Kurangnya pemanfaatan kulit singkong menyebabkan masyarakat seringkali membuang limbah tersebut dan umumnya hanya dijadikan sebagai bahan pakan ternak saja. Kulit singkong dengan mudah dapat dipisahkan dari umbinya dengan ketebalan 2-3 mm. Kulit singkong memiliki komposisi yang terdiri dari serat dan karbohidrat. Pemanfaatan kulit singkong hanya dilakukan dalam jumlah yang terbatas dan belum digunakan secara maksimal (Nurhudah, 2018).

2.2 Biomassa

Biomassa merupakan suatu bahan bakar yang bisa diperbaharui yang secara umum berasal dari tumbuhan, hewan, produk dan limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, dan perikanan). Limbah biomassa dapat dijadikan menjadi bahan bakar alternatif karena memiliki kandungan karbon. Kandungan pada biomassa berbagai macam zat kimia dan secara garis besar unsur dari biomassa terdiri dari selulosa dan lignin yang dapat membantu proses pembakaran briket bioarang. Kelebihan dari biomassa yaitu harganya yang terjangkau dibandingkan dengan sumber energi lainnya. (Arni *et al.*, 2014).

Biomassa adalah sumber daya yang bisa diperbarui dan memberikan dampak positif seiringnya peningkatan harga bahan bakar fosil di masa mendatang. Penggunaan biomassa sebagai bahan bakar alternatif terbarukan merupakan solusi tepat atas permasalahan yang muncul akibat pemakaian bahan bakar fosil. Pemanfaatan energi biomassa memiliki banyak keuntungan yaitu dapat meminimalisir limbah organik, mengurangi efek gas rumah kaca dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Putra, 2020).

2.3 Briket dan Bioarang

Briket arang adalah salah satu bahan bakar alternatif dari biomassa. Briket arang merupakan perubahan bentuk material yang berasal dari partikel berukuran kecil menjadi material padat. Perubahan ukuran material tersebut dapat terjadi melalui proses penggumpalan dengan penambahan bahan pengikat. Tekstur dari briket berbentuk seperti arang dan memiliki densitas yang tinggi. Kualitas suatu

briket ditentukan dari sifat fisik dan sifat kimia seperti kadar air, kadar abu, kadar zat terbang rendah dan nilai kalor (Satmoko *et al.*, 2013).

Menurut Elfiano *et al.*, (2014), bioarang merupakan arang yang dibuat dari biomassa seperti limbah pertanian, perkebunan, dan kehutanan yang dapat dikarbonisasi. Bioarang dapat digunakan sebagai bahan bakar dengan panas pembakaran yang tinggi. Namun untuk memaksimalkan pemanfaatannya, bioarang diolah melalui proses pengolahan menjadi briket bioarang. Briket bioarang adalah gumpalan arang yang terbuat dari bioarang. Penggunaan dari briket bioarang memiliki beberapa kelebihan yaitu bioarang menghasilkan panas pembakaran tinggi, bentuk dan ukuran bioarang yang seragam, proses pembuatan menggunakan bahan baku dari biomassa dan harganya terjangkau.

Menurut Suhartoyo dan Sriyanto (2017), briket yang dibentuk dalam kondisi yang bagus memiliki densitas 1 g/cm³ atau lebih. Densitas yang tinggi sangat baik untuk penyimpanan dan perlakuan. Menurut SNI 01-6235-2000 dalam Putra *et al.*, (2013), standar kualitas briket dapat dilihat oleh beberapa parameter sebagai berikut:

1. Kadar air maksimal 8%
2. Bahan yang hilang pada pemanasan 950°C maksimal 15 %
3. Kadar abu maksimal 8%
4. Nilai kalor (berat kering) minimal 5000 kal/gr

2.4 Perekat Tapioka

Perekat adalah bahan atau zat yang mempunyai kemampuan untuk menyatukan dua benda secara bersama melalui ikatan permukaan. Perekat pada umumnya merupakan suatu bahan yang memiliki kekuatan tarik dan kekuatan geser yang tinggi. Perekat bekerja berdasarkan prinsip adhesi, yaitu gaya tarik menarik antara molekul-molekul dari jenis bahan yang berbeda. Tujuan pemberian perekat pada briket yaitu untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan briket, sehingga dihasilkan briket yang kompak (Desigra, 2020). Menurut Tamrin (2016), secara umum terdapat beberapa jenis bahan baku yang digunakan sebagai perekat dalam pembuatan briket yaitu a) perekat anorganik

seperti semen, lempung, natrium dan b) perekat organik misalnya tepung kanji, tar, aspal, amilum, molase dan paraffin.

Tabel 2.2 Daftar analisa bahan perekat

Jenis Tepung	Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)	Karbon (%)
Tepung jagung	10.52	1.27	4.89	8.48	1.04	73.80
Tepung beras	7.58	0.68	4.53	9.89	0.82	76.90
Tepung terigu	10.70	0.86	2.00	11.50	0.64	74.20
Tepung tapioka	9.84	0.36	1.50	2.21	0.69	85.20
Tepung sagu	14.10	0.67	1.03	1.12	0.37	82.70

Sumber: (Ndraha, 2009)

Pembuatan briket bioarang menggunakan 10% jumlah perekat dari berat arang yang digunakan. Penggunaan bahan perekat dimaksudkan untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat atau mengikat dua substrat yang akan direkatkan. Hal ini perekat akan membuat susunan partikel menjadi lebih baik, teratur dan lebih padat, sehingga proses pemadatan arang briket akan semakin berkualitas (Ndraha, 2009). Tepung tapioka umumnya digunakan sebagai bahan baku perekat dikarenakan harganya relatif murah dan mudah ditemukan dipasaran. Penggunaan perekat tapioka hanya menghasilkan asap yang relatif sedikit dibandingkan dengan bahan baku lainnya. Pembuatan perekat tapioka sangat mudah dengan mencampurkan tepung tapioka dengan air, kemudian dididihkan diatas kompor. Selama pemanasan tepung diaduk secara berkala agar tidak menggumpal, sehingga warna tepung yang mulanya putih akan berubah menjadi transparan setelah beberapa menit dipanaskan dan terasa lengket di tangan (Saleh, 2013).

2.5 Karakteristik Briket Bioarang

Terdapat beberapa karakteristik pada briket bioarang salah satunya yaitu nilai kalor, kadar air, kadar abu, laju pembakaran dan suhu pembakaran.

2.5.1 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan pada saat bahan mengalami pembakaran. Nilai kalor merupakan salah satu parameter yang digunakan sebagai

indikator kandungan energi dari biomassa. Semakin tinggi nilai kalor, maka semakin baik kualitas briket arang yang dihasilkan. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kalor salah satunya yaitu hubungan dengan kandungan karbon. Tingginya nilai karbon yang terdapat pada arang berbanding lurus dengan kenaikan nilai kalor. Penetapan nilai kalor briket merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas briket dalam penggunaannya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas briket layak atau tidak digunakan sebagai bahan bakar. Nilai kalor merupakan parameter utama dalam pengukuran kualitas bahan bakar yang bertujuan untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang dihasilkan pada briket bioarang. Semakin tinggi nilai kalor, maka semakin baik kualitas briket yang dihasilkan (Widarti *et al.*, 2016).

2.5.2 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter yang terdapat pada briket arang karena memiliki sifat higroskopis yang tinggi. Pengukuran kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis pada briket arang. Kadar air sangat berpengaruh terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air briket, maka semakin tinggi nilai kalor dan daya pembakarannya. Briket arang dengan kadar air yang tinggi memiliki karakteristik yang sulit dinyalakan pada saat pembakaran dan akan banyak menghasilkan asap. Selain itu akan mengurangi temperatur penyalaan dan daya pembakarannya (Putri dan Andasuryani, 2017). Menurut Rahmadani *et al.*, (2017), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingginya kadar air yaitu penambahan air pada saat pembuatan perekat. Penambahan sejumlah air akan meningkatkan kandungan air yang ada dalam perekat, sehingga semakin banyak perekat yang ditambahkan maka akan semakin tinggi kandungan air pada briket.

2.5.3 Kadar Abu

Abu merupakan zat atau ampas yang tersisa dari proses hasil pembakaran. Kadar abu pada briket berupa pasir yang memiliki zat mineral dari sisa hasil pembakaran. Abu memiliki unsur utama yaitu mineral silika yang memiliki pengaruh kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan, semakin tinggi kadar abu yang dihasilkan maka kualitas briket akan semakin rendah. Kadar abu yang

berupa silika merupakan kotoran yang tidak dapat terbakar sehingga menyebabkan penggumpalan dan penyumbatan pada bahan bakar (Syarief *et al.*, 2021).

2.5.4 Laju Pembakaran

Laju pembakaran merupakan salah satu parameter dalam karakteristik briket. Pengujian laju pembakaran dilakukan dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Laju pembakaran adalah penggambaran berkurangnya bobot per satuan menit selama pembakaran. Semakin besar laju pembakaran, maka semakin lama waktu proses pembakaran briket sampai habis. Pengukuran laju pembakaran berguna untuk mengetahui layak tidaknya briket digunakan sebagai bahan bakar, terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi sifat pembakaran tergantung pada ukuran partikel, kecepatan aliran udara, jenis bahan bakar, dan temperatur udara pembakaran (Setiawan, 2019).

2.5.5 Suhu Pembakaran

Karakteristik pada briket bioarang pada umumnya akan menghasilkan panas berbentuk bara api apabila dinyalakan. Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya suhu pada briket bioarang adalah lamanya pemanasan. Suhu pembakaran pada briket meningkat secara perlahan, kemudian terjadi peningkatan secara cepat sampai temperatur maksimal dan suhu akan menurun di akhir proses pembakaran. Hal ini dikarenakan setelah pembakaran briket mencapai suhu maksimal, maka pembakaran akan mengalami penurunan temperatur karena menyusutnya massa briket (Marchel *et al.*, 2019).

2.5.6 Keteguhan

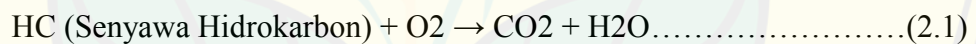
Keteguhan atau ketahanan merupakan daya tahan yang menunjukkan kekompakan briket terhadap tekanan luar sehingga mengakibatkan briket pecah. Semakin besar nilai kekuatan tekanan pada briket maka semakin besar daya tahan pada suatu briket. Penambahan perekat mempengaruhi daya tahan atau keteguhan pada briket. Hal ini dipengaruhi oleh konsentrasi perekat yang tinggi menyebabkan ikatan partikel bahan semakin kuat (Sumangat dan Broto, 2005).

2.6 Teori Pembakaran

Menurut Syamsiro dan Saptoadi (2007), menjelaskan bahwa pembakaran merupakan suatu serangkaian reaksi-reaksi kimia eksotermal antara bahan bakar dan oksidan, disertai dengan produksi energi berupa panas dan konversi senyawa kimia. Pelepasan panas dapat mengakibatkan timbulnya cahaya dalam wujud api. Bahan bakar yang digunakan pada umumnya adalah senyawa organik, terdiri dari hidrokarbon dalam fasa gas, padat atau cair. Secara umum, pembakaran dapat diartikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan oksidator dengan memunculkan panas. Bahan bakar merupakan segala substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan sulfur. menjelaskan, Pada umumnya proses pembakaran bahan bakar padat terdiri dari tiga tahapan yaitu pengeringan, devolatilisasi dan pembakaran arang. Proses pembakaran terdiri dari dua jenis yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna

1. Pembakaran sempurna

Proses pembakaran sempurna terjadi jika unsur C yang bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan CO₂, seluruh unsur H menghasilkan H₂O. Reaksi yang terjadi pada proses pembakaran sempurna adalah sebagai berikut.



2. Pembakaran tidak sempurna

Proses pembakaran tidak sempurna terjadi jika seluruh unsur C terdapat dalam bahan bakar bereaksi dengan oksigen dan gas yang dihasilkan tidak semuanya CO₂.

Penelitian Syamsiro dan Saptoadi (2007), menjelaskan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi suatu pembakaran yaitu ukuran partikel, kecepatan aliran udara, jenis bahan bakar, dan tempatur udara pembakaran.

2.7 Karbonisasi

Pada umumnya karbonisasi mempunyai arti pembuatan arang. Karbonisasi atau pengarangan didefinisikan sebagai proses pemanasan bahan-bahan organik pada suhu tertentu dengan batuan oksigen dengan jumlah yang terbatas, biasanya dilakukan didalam tungku pembakaran. Hasil akhir dari karbonisasi yang tertinggal adalah fase padatan yang biasa disebut karbon dalam bentuk arang berpori kecil. Karbonisasi umumnya dilakukan dengan memasukkan bahan organik ke dalam lubang atau ruangan yang dindingnya tertutup seperti di dalam tangki dari plat baja dan disulut dengan api sampai terbakar. Pada proses pengarangan ini perlu diperhatikan agar bahan yang dibakar tidak menjadi abu, melainkan tetap menjadi arang yang di dalamnya masih terdapat energi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Waktu proses karbonisasi atau pengarangan ditentukan oleh jumlah atau volume bahan organik, ukuran parsial bahan, tingkat kekeringan bahan, kerapatan bahan, jumlah oksigen yang masuk dan asap yang keluar dari ruang pembakaran (Ramadhani *et al.*, 2020).

Menurut Soolany (2018), prinsip proses karbonisasi adalah pembakaran biomassa tanpa adanya kehadiran oksigen dan karbonnya akan tetap tinggal di dalamnya. Faktor yang mempengaruhi karbonisasi yaitu temperatur yang sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang. Metode pengarangan terbagi dari teknik paling sederhana hingga yang paling canggih. Terdapat beberapa metode karbonisasi yaitu pengarangan terbuka, pengarangan di dalam drum pengarangan di dalam silo, pengarangan semi modern, pengarangan super cepat.

2.8 Densifikasi

Densifikasi merupakan proses pemadatan biomassa dengan cara pengempaan/penekanan sehingga rapat massa dan kerapatan potensi energinya meningkat. Proses densifikasi digunakan untuk memperbaiki sifat fisik suatu bahan yang bertujuan untuk memadatkan dan meningkatkan kerapatan, sehingga dapat memiliki efisiensi nilai bahan yang tinggi (Yulianto, 2020). Menurut Sumangat dan Broto (2005), pengempaan dilakukan untuk menghasilkan kontak antara

permukaan bahan yang direkat dengan bahan perekat. Pada saat perekat telah dicampurkan dan tekanan mulai diberikan, maka perekat yang masih dalam keadaan cair akan mulai mengalir ke segala arah permukaan bahan. Besarnya tekanan pengempaan berpengaruh terhadap kerapatan dan porositas briket arang yang dihasilkan. Briket yang terlalu padat akan sulit terbakar, sedangkan briket yang kurang padat dapat mengakibatkan terurainya briket pada saat pembakaran sehingga menimbulkan kesan tidak bersih meskipun laju pembakarannya cepat. Perbedaan tekanan berpengaruh terhadap kerapatan arang briket. Pada umumnya semakin tinggi tekanan yang diberikan akan memberikan kerapatan arang briket yang semakin tinggi pula.

2.9 Analysis of Varians (Anova)

Analysis of varians (Anova) adalah suatu metode untuk menguraikan keragaman total data menjadi komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman. Anova digunakan apabila terdapat lebih dari dua variabel. Pada umumnya metode ini dikenal dengan berbagai nama lain, seperti analisis ragam, sidik ragam, dan analisis variansi. *Analysis of varians* (Anova) pertama kali diperkenalkan oleh Sir Ronald Fisher, bapak statistika modern. Dalam praktik, anova merupakan uji hipotesis maupun pendugaan (Santoso dan Hastarina, 2018).

Analisis pada penelitian ini yaitu menggunakan Anova satu arah. Menurut Mappabeta (2020), dinamakan analisis varians satu arah karena analisis ini menggunakan varians dan data hasil pengamatan merupakan pengaruh satu faktor. Anova satu arah merupakan analisis yang melibatkan satu peubah bebas dengan dua kategori atau lebih yang dipilih dan ditentukan oleh peneliti secara tidak acak. Tujuan dari uji Anova satu arah adalah untuk membandingkan lebih dari dua rata-rata. Penggunaan dari Anova yaitu sebagai berikut.

1. Perbedaan antara kategori atau tingkatan pada peubah bebas dapat bersifat kualitatif atau kuantitatif.
2. Setiap subjek merupakan anggota dari hanya satu kelompok pada peubah bebas, dan dipilih secara acak dari populasi tertentu.

Menurut Setiawan (2019), terdapat prosedur uji pada Anova satu arah yaitu.

1. Sebelum melakukan perhitungan anova, data dipilih secara random, berdistribusi normal, dan variannya homogen.
2. Membuat hipotesis (H_1 dan H_0) dalam bentuk kalimat.
3. Membuat hipotesis (H_1 dan H_0) dalam bentuk statistik.
4. Membuat tabel bantuan untuk menghitung angka statistik.

5. Menghitung jumlah kuadrat antar group (JK_A) dengan rumus :

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_{\tau})^2}{N} = \left(\frac{(\sum X_{A1})^2}{n_{A1}} + \frac{(\sum X_{A2})^2}{n_{A2}} + \frac{(\sum X_{A3})^2}{n_{A3}} \right) - \frac{(\sum X_{\tau})^2}{N} \dots\dots\dots(2.2)$$

6. Menghitung derajat bebas antar group dengan rumus : $db_A = A - 1$
7. Menghitung kudrat rerata antar group (KR_A) dengan rumus : $KR_A = \frac{JK_A}{db_A} \dots\dots(2.3)$
8. Menghitung jumlah kuadrat dalam antar group (JK_D) dengan rumus :

$$JK_D = (\sum X_{\tau})^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} \\ = \sum X^2_{A1} + \sum X^2_{A2} + \sum X^2_{A3} - \left(\frac{(\sum X_{A1})^2}{n_{A1}} + \frac{(\sum X_{A2})^2}{n_{A2}} + \frac{(\sum X_{A3})^2}{n_{A3}} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

9. Menghitung derajat bebas dalam group dengan rumus : $db_D = N - A$
10. Menghitung kuadrat rerata dalam antar group (KR_D) dengan rumus :

$$KR_D = \frac{JK_D}{db_D} \dots\dots\dots(2.5)$$

11. Mencari F_{hitung} dengan rumus : $F_{hitung} = \frac{KR_A}{KR_D} \dots\dots\dots(2.6)$
12. Tentukan taraf signifikansinya, misalnya $\alpha = 0,05$ atau $\alpha = 0,01 \dots\dots\dots(2.7)$
13. Mencari F_{tabel} dengan rumus : $F_{tabel} = F_{(1-\alpha)(db_A, db_D)} \dots\dots\dots(2.8)$
14. Tentukan kriteria pengujian : jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 berarti berbeda nyata dan konsultasikan antara F_{hitung} dengan F_{tabel} kemudian bandingkan.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Tempat Penelitian

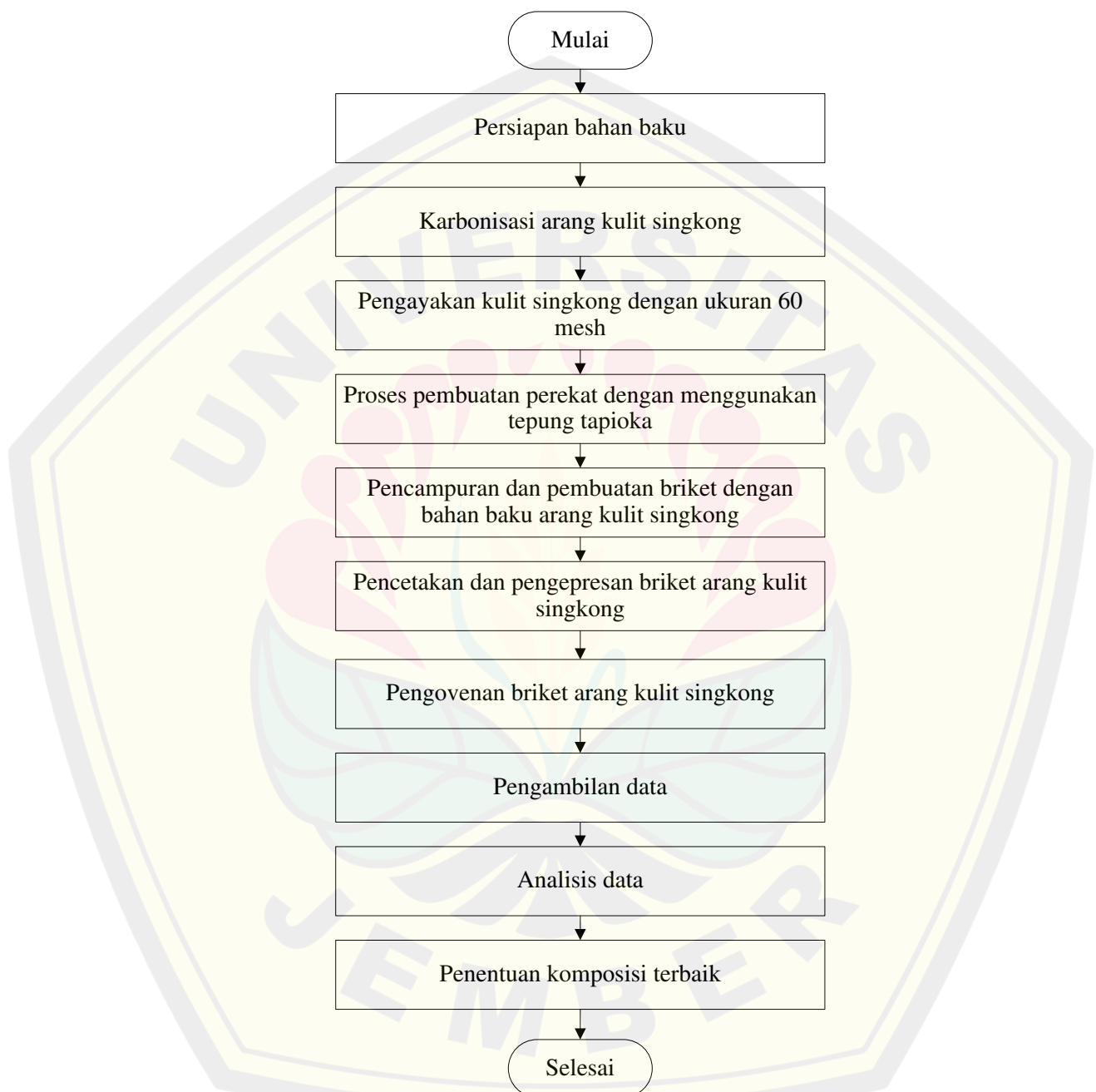
Penelitian ini dilakukan selama tiga bulan pada bulan Juli 2022 sampai September 2022 di Laboratorium Instrumentasi Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Singkong merupakan merupakan komoditi sumber karbohidrat yang menduduki urutan ketiga terbesar di Indonesia setelah padi dan jagung. Singkong memiliki batang berbentuk bulat dan bergerigi yang terbentuk dari bekas pangkal tangkai daun. Menurut data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur pada tahun 2017, produksi singkong di Kabupaten Jember sebanyak 36.288 ton. Kurangnya pengetahuan masyarakat akan penggunaan kulit singkong membuat banyak sisa hasil limbah kulit singkong tersebut menjadi tidak dimanfaatkan. Selain itu ketergantungan masyarakat pada penggunaan bahan bakar fosil yang semakin menipis membutuhkan adanya energi alternatif. Sehingga perlu adanya upaya untuk membuat energi alternatif menjadi suatu bahan bakar dengan memanfaatkan energi dari biomassa yaitu briket bioarang. Jumlah produksi kulit singkong menurut data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur tahun 2017 di Kabupaten Jember sebanyak 6.234 ton. Sampel kulit singkong diperoleh dari UMKM Keripik Singkong Jl. Piere Tendean No. 32 Kelurahan Karangrejo, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur.

3.3 Prosedur Penelitian

Diagram alir prosedur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1. Penelitian briket arang kulit singkong dimulai dari persiapan bahan briket sampai masuk kedalam proses untuk penentuan komposisi terbaik.



Gambar 3.1 Diagram alir proses pembuatan briket kulit singkong

Pada proses penelitian pembuatan briket arang kulit singkong terdapat beberapa tahapan yaitu sebagai berikut.

3.3.1 Persiapan Bahan Baku

Tahapan persiapan adalah menyiapkan bahan baku untuk pembuatan briket yang terdiri dari kulit singkong sebagai bahan utama dan tepung tapioka sebagai perekat. Bahan baku terdiri dari kulit singkong sebanyak 12 kg yang diperoleh dari UMKM Keripik Singkong kemudian dibersihkan dan dipotong menjadi ukuran lebih kecil untuk mempermudah proses pengarangan. Setelah itu dikeringkan dibawah sinar matahari selama 5 hari, dengan waktu pengeringan 6 jam/hari bertujuan untuk mengurangi kadar air kulit singkong dan menyiapkan tepung tapioka yang digunakan sebagai perekat dengan variasi 10%, 15%, dan 20%.

3.3.2 Proses Karbonisasi

Pada tahapan karbonisasi kulit singkong yaitu terdiri dari kulit singkong yang telah dikeringkan, kemudian dilakukan dengan memasukkan bahan briket ke dalam drum dengan tungku pembakaran. Proses karbonisasi ini dilakukan dengan menggunakan metode *drum klin*. Metode ini menggunakan drum bekas dengan dimensi tinggi 74 cm dan diameter 23,5 cm. Drum bekas ini memiliki cerobong asap dari pipa besi setinggi 80 cm dari dasar dengan diameter 12 cm. Selain itu drum ini memiliki lubang masuknya udara yang terdapat pada bagian dasar drum dengan diameter 1 cm. Terdapat pipa pemanas pada bagian drum bekas terbuat dari pipa besi berbentuk segi empat dengan dimensi 3 x 3 cm dan tinggi 50 cm.

Tahapan proses karbonisasi diawali dengan memasukkan bahan baku ke dalam ruang pembakaran sampai terisi penuh. Pembakaran dilakukan menggunakan kayu bakar sebanyak 10 kg sebagai bahan bakar dan diletakkan pada tungku dibawah drum. Karbonisasi dilakukan menggunakan suhu 450°C selama 2 jam. Setelah itu dilakukan proses pendinginan pada drum selama 2 jam, kemudian drum dibuka untuk mengeluarkan bahan baku yang sudah menjadi arang dan dipisahkan dengan bahan yang menjadi abu.

3.3.3 Proses Pengayakan

Proses pengayakan pada pembuatan briket kulit singkong dilakukan dengan menggunakan ayakan 60 *mesh* guna mendapatkan ukuran bahan briket yang lebih

seragam dan menyamakan ukuran partikel pada bahan sehingga akan memudahkan dalam proses pembuatan briket.

3.3.4 Proses Pembuatan Perekat

Pembuatan perekat yaitu dilakukan dengan mencampurkan perekat dari tepung tapioka serta air secukupnya, setelah itu diaduk didalam panci dan dipanaskan menggunakan kompor dengan suhu 100°C bahan perekat menjadi kental, lengket dan berwarna bening.

3.3.5 Proses Pencampuran Bahan Perekat dengan Arang Kulit Singkong

Pencampuran bahan perekat dilakukan sesuai komposisi yang sudah divariasikan yaitu sebesar 10%, 15%, dan 20%. Komposisi perlakuan pada briket kulit singkong dapat dilihat pada tabel Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Komposisi briket kulit singkong

Perlakuan	Perbandingan Arang Kulit Singkong dan Perekat	
	Arang Kulit Singkong	Tepung Tapioka
A	90% (45 gram)	10% (5 gram)
B	85% (42,5 gram)	15% (7,5 gram)
C	80% (40 gram)	20% (10 gram)

3.3.6 Proses Pencetakan dan Pengepresan

Pengepresan dilakukan dengan menggunakan alat pengempa briket *Hydraulic Press* 10 Ton Wipro dengan spesifikasi berat alat pengempa 60 kg dan kapasitas maksimal 10 ton. Prinsip kerja yang dilakukan yaitu adonan arang dan perekat dengan komposisi bahan yang sudah ditentukan dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk silinder, kemudian ditempa menggunakan alat pengempa briket dengan tekanan 2 ton pada saat pengoperasian dongkrak hidrolis. Densifikasi briket menghasilkan sebanyak 27 buah briket yang akan dilakukan uji pada 6 variabel pengamatan.

3.3.7 Proses Pengovenan

Pengeringan atau pengovenan dilakukan selama 24 jam dengan suhu sebesar 60°C. Selain pengeringan briket ditujukan supaya briket yang dihasilkan memiliki kadar air dibawah SNI 01-6235-2000 yaitu $\leq 8\%$.

3.3.8 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data briket kulit singkong digunakan untuk memperoleh data pada setiap analisis data dengan parameter yang diukur terdiri dari nilai kalor, kadar air, kadar abu, laju pembakaran, suhu pembakaran dan keteguhan dilakukan dengan 3 kali pengulangan pengukuran pada setiap analisis.

1. Nilai kalor

Nilai kalor pada briket di uji menggunakan alat *Bomb Calorimeter*. Pengambilan data sampel nilai kalor diperoleh dengan tahapan sebagai berikut.

- a. Menimbang sampel sebanyak 1 gram dan masukkan ke dalam cawan
- b. Menyiapkan seluruh rangkaian *bomb calorimeter*
- c. Menghubungkan kawat platina dan menyentuh kawat dengan sampel
- d. Masukkan ke dalam silinder atau bejana *bomb calorimeter*
- e. Mengalirkan gas oksigen ke dalam bejana *bomb calorimeter* dengan tekanan sebanyak 30 ATM secara perlahan.
- f. Memasukkan silinder atau bejana *bomb calorimeter* ke dalam jaket *bomb calorimeter* yang sudah di isi air, kemudian ditutup
- g. Memasang karet pada *stirrer* atau pengaduk
- h. Menjalankan mesin selama 2 menit
- i. Melihat suhu awal pada termometer
- j. Menekan tombol mesin agar pembakaran berlangsung dan dibiarkan selama 7 menit
- k. Melihat suhu akhir
- l. Mematikan mesin
- m. Mengulangi kembali langkah diatas pada briket A, B, dan C.

Pengamatan sampel nilai kalor dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Nilai kalor} = \frac{\text{suhu akhir} - \text{suhu awal} \times 2575,6 \left(\frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}}\right)}{\text{massa sampel}} \text{ (cal/gr)} \dots \dots \dots (3.1)$$

2. Kadar air

Pengukuran kadar air dilakukan dengan pengeringan menggunakan oven maupun sinar matahari. Perhitungan kadar air dihasilkan dalam bentuk presentase menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{massa awal} - \text{massa setelah dikeringkan}}{\text{massa awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

3. Kadar abu

Pengukuran nilai kadar abu dilakukan dengan cara membakar briket yang diletakkan pada cawan. Setelah itu memasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan kemudian ditimbang. Persamaan yang digunakan untuk mengukur nilai kadar abu yaitu sebagai berikut.

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.3)$$

4. Laju pembakaran

Pengukuran laju pembakaran menggunakan kompor briket. Briket dibakar hingga menjadi abu dengan waktu pembakaran yang dihitung menggunakan stopwatch. Setelah itu massa abu ditimbang kembali bertujuan untuk mengetahui selisih massa yang terbakar dari massa awal. Pengukuran laju pembakaran menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{\text{massa briket terbakar}}{\text{waktu pembakaran}} \text{ (gr/menit)} \dots\dots\dots (3.4)$$

5. Suhu pembakaran

Pengukuran nilai suhu pembakaran dilakukan menggunakan thermometer digital yang dimasukkan di tungku briket. Pada saat suhu pembakaran sudah teratur atau konstan dilakukan pengambilan data suhu. Pengambilan data suhu dilakukan setiap interval 5 menit sampai briket telah habis terbakar.

6. Keteguhan

Pengukuran nilai keteguhan dilakukan untuk mengetahui daya tahan atau kekuatan briket dalam menahan beban dengan tekanan tertentu. Pada pengujian keteguhan akan diketahui nilai kekuatan suatu briket apabila briket tidak mampu menahan beban lagi dengan menggunakan metode uji tekanan. Pengukuran nilai keteguhan dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan (*press test*) dan ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(3.5)$$

3.3.9 Analisis Data

Data karakteristik briket kulit singkong yang diperoleh akan dilakukan analisis untuk mengetahui hubungan setiap perlakuan pada pemberian komposisi sampel. Pada penelitian ini analisis data yang digunakan adalah Anova satu arah. Analisis data yang diperoleh akan digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas karakteristik briket kulit singkong sesuai SNI dan pengaruh setiap variasi jumlah perekat terhadap briket kulit singkong. Hasil data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel 2013*. Prosedur analisis data yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

1. Penentuan hipotesis

Pada penentuan hipotesis yang digunakan yaitu hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1).

- a. A = komposisi briket, 90% arang kulit singkong : 10% perekat tapioka
- b. B = komposisi briket, 85% arang kulit singkong : 15% perekat tapioka
- c. C = komposisi briket, 80% arang kulit singkong : 20% perekat tapioka

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$, memperlihatkan tidak adanya pengaruh nyata dari perekat tapioka terhadap karakteristik briket bioarang kulit singkong (nilai kalor, kadar air, kadar abu, laju pembakaran, suhu pembakaran dan keteguhan).

$H_1 : \mu_1, \mu_2, \mu_3$, memperlihatkan adanya pengaruh yang tidak sama dari perekat tapioka terhadap karakteristik briket bioarang kulit singkong (nilai kalor, kadar air, kadar abu, laju pembakaran, suhu pembakaran dan keteguhan).

2. Penentuan taraf signifikansi

Penentuan taraf signifikansi yang digunakan untuk analisis data adalah sebesar 0,05 ($\alpha = 5\%$)

3. Perhitungan derajat bebas

Analisis data pada perhitungan derajat bebas terbagi menjadi 3, yaitu

- a. Derajat bebas perlakuan

$$= a - 1$$

$$= 3 - 1$$

$$= 2$$

b. Derajat bebas galat

$$= N - a$$

$$= 6 - 3$$

$$= 3$$

c. Derajat bebas total

$$= \text{derajat bebas perlakuan} + \text{derajat bebas galat}$$

$$= 2 + 3$$

$$= 5$$

4. Penentuan nilai F tabel

Analisis data pada nilai F tabel diperoleh dari pembacaan tabel distribusi F. Nilai F tabel didapatkan dengan melihat nilai derajat bebas perlakuan dan derajat bebas galat yaitu pada angka (2, 3) yang menghasilkan nilai F tabel sebesar 9,552

5. Penentuan nilai F hitung

Nilai F hitung diperoleh dari perbandingan nilai kuadrat tengah (*Mean Square*) yang didapatkan dari pembagian antara jumlah kuadrat perlakuan (*Sum of Square*) dengan derajat bebas.

6. Penentuan kriteria keputusan

Penentuan kriteria keputusan dilihat pada perbandingan antara nilai F hitung dan F tabel terhadap hipotesis yang sudah ditentukan.

a. $F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$, yang berarti H_0 ditolak (H_1 diterima)

b. $F \text{ hitung} < F \text{ tabel}$, yang berarti H_0 diterima (H_1 ditolak)

3.3.10 Penentuan Komposisi Terbaik

Komposisi terbaik dari pembuatan briket kulit singkong yaitu menggunakan metode skoring dengan kriteria briket nilai kalor tertinggi, nilai kadar air terendah, nilai kadar abu terendah, laju pembakaran tercepat dan suhu pembakaran tertinggi. Komposisi terbaik ditentukan berdasarkan pemenuhannya terhadap variabel-variabel seperti:

1. Nilai kalor sesuai SNI 01-6235-2000 yaitu ≥ 5000 kal/gram.

2. Kadar air sesuai SNI 01-6235-2000 yaitu $\leq 8\%$
3. Kadar abu sesuai SNI 01-6235-2000 yaitu $\leq 8\%$
4. Laju pembakaran tertinggi.
5. Suhu pembakaran tertinggi.
6. Nilai keteguhan sesuai Standar di beberapa negara yaitu $12,7 \text{ kg/cm}^2$.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Satu set alat pengempa *Hydraulic Press* 10 Ton Wipro
2. Cetakan briket untuk pencetak briket
3. Timbangan digital untuk menimbang bahan briket.
4. *Bomb calorimeter* untuk mengukur nilai kalor.
5. Drum bekas digunakan untuk karbonisasi kulit singkong.
6. Kompor briket sebagai tempat pembakaran briket.
7. Ayakan 60 *mesh* digunakan untuk menyaring bahan dengan ukuran yang lebih kecil.
8. Oven sebagai tempat pengering briket dan kadar air briket.
9. Desikator digunakan untuk mendinginkan briket setelah dipanaskan dari oven.
10. *Stopwath* digunakan untuk menghitung laju pembakaran.
11. Termometer digital untuk mengukur suhu api pada briket.
12. Laptop digunakan untuk mengolah data.
13. Kompor dan panci untuk pengadukan dan memanaskan perekat

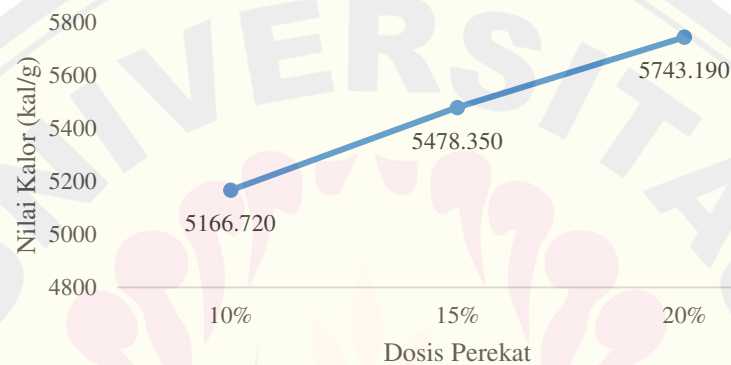
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kulit singkong sebagai bahan baku.
2. Tepung tapioka sebagai perekat
3. Air sebagai bahan pelarut dan pencampur bahan baku dan tepung tapioka

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Nilai Kalor

Pengukuran uji nilai kalor pada briket bioarang kulit singkong dilakukan untuk mengetahui jumlah panas yang dihasilkan pada saat bahan mengalami pembakaran. Analisis uji nilai kalor ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu sebesar ≥ 5000 kal/g. Hasil uji nilai kalor pada masing-masing perlakuan dosis perekat dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



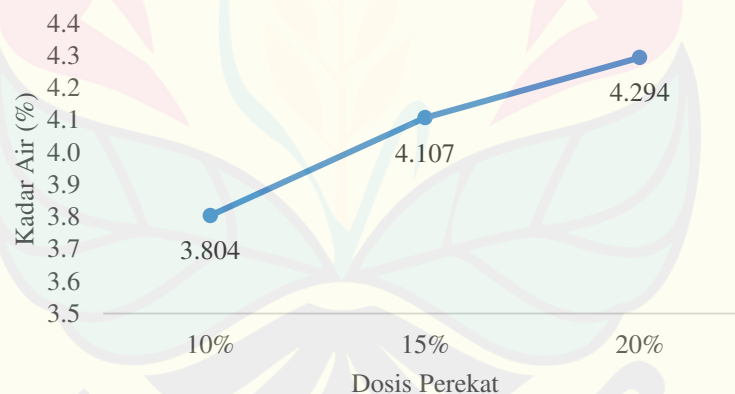
Gambar 4.1 Grafik nilai kalor

Berdasarkan grafik hasil analisis pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa nilai kalor pada briket bioarang kulit singkong mengalami peningkatan setiap penambahan dosis perekat tepung tapioka. Pada grafik diatas nilai kalor terbesar terdapat pada dosis perekat 20% yaitu sebesar 5734,190 kal/g, sedangkan nilai kalor terendah terdapat pada dosis perekat 10% dengan nilai 5166,720. Besarnya nilai kalor yang dihasilkan dipengaruhi oleh kadar perekat yang digunakan. Menurut Pane *et al.*, (2015), kualitas suatu briket dipengaruhi oleh tingginya nilai kalor. Semakin tinggi nilai kalor suatu briket bioarang maka semakin baik kualitasnya. Nilai kalor briket akan meningkat seiring bertambahnya bahan perekat. Smith dan Idrus (2017) menambahkan, bahan perekat memiliki sifat yang dapat meningkatkan nilai kalor karena memiliki unsur karbon (C). Kadar karbon pada bahan perekat berpengaruh pada mutu bahan bakar briket bioarang, semakin tinggi kadar karbon terikat pada briket maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan.

Pengukuran uji nilai kalor briket bioarang kulit singkong pada ketiga perlakuan dosis perekat 10%, 15% dan 20% menghasilkan nilai berturut sebesar 5.166,6,72 kal/g; 5.478,350 kal/g; dan 5743,190 kal/g. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai kalor briket bioarang kulit singkong dengan penambahan perekat tapioka sesuai dengan ketentuan SNI nilai kalor briket yaitu ≥ 5000 kal/g. Maka dari itu pengukuran uji nilai kalor merupakan salah satu parameter penting pada briket bioarang sebagai bahan bakar. Semakin tinggi nilai kalor yang terkandung maka semakin berkualitas suatu briket, tingginya nilai kalor membuat pembakaran menjadi lebih efisien (Marchel *et al.*, 2019).

4.2 Kadar Air

Pengukuran parameter kadar air pada briket bioarang kulit singkong dilakukan untuk mengetahui jumlah kadar air yang terdapat pada briket bioarang. Pengujian nilai kadar air briket bioarang kulit singkong ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu $\leq 8\%$. Hasil uji nilai kadar air pada masing-masing perlakuan dosis perekat dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Grafik nilai rata-rata kadar air

Berdasarkan Gambar 4.2, menunjukkan bahwa nilai kadar air briket bioarang kulit singkong mengalami peningkatan pada setiap penambahan dosis perekat tepung tapioka. Hasil analisis kadar air pada grafik diatas menunjukkan nilai terbesar pada dosis perekat 20% yaitu 4,294%, sedangkan nilai terendah terdapat pada dosis perekat 10% sebesar 3,804%. Tinggi rendahnya nilai kadar air pada

briket bioarang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis bahan baku, jenis perekat dan metode pengujian (Frida *et al.*, 2019). Menurut Syahrir *et al.*, (2017), semakin banyak massa tepung tapioka sebagai perekat maka kadar air yang didapatkan pada briket kulit singkong semakin tinggi pula. Selain itu rendahnya nilai kadar air juga dapat dipengaruhi oleh beberapa metode pengujian briket yaitu dengan pengeringan briket menggunakan oven. Semakin lama waktu pengeringan briket dan penggunaan suhu yang tepat dapat menghasilkan nilai kadar air dalam briket menurun, hal ini terjadi karena kandungan air pada briket akan semakin berkurang pada saat proses pengeringan.

Pengukuran variabel kadar air briket bioarang pada ketiga perlakuan dosis perekat 10%, 15% dan 20% menghasilkan nilai berturut-turut yaitu 3,804%; 4,107% dan 4,294%. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai kadar air briket bioarang kulit singkong dengan penambahan perekat tapioka sesuai dengan ketentuan SNI kadar air briket yaitu $\leq 8\%$. Semakin rendahnya nilai kadar air yang dihasilkan pada briket bioarang, maka menunjukkan bahwa briket yang dihasilkan semakin berkualitas (Frida *et al.*, 2019). Hasil analisis anova satu arah pada data kadar air dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Analisis anova satu arah pada kadar air

Variabel Pengamatan	Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ftabel
	Kadar Air	2	0.3668	0.1834		
Kadar Air	Galat	6	0.0814	0.0136	13.5111	5.1433
	Total	8	0.4482	0.1970		

Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai kadar air pada briket bioarang memiliki F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , maka dari itu H_0 ditolak yaitu terdapat perbedaan nyata pada variasi penambahan dosis perekat terhadap nilai kadar air. Hal tersebut mengindikasikan bahwa hasil analisis variasi dosis perekat yang ditambahkan pada komposisi briket berpengaruh atau memiliki pengaruh yang berbeda terhadap nilai kadar air briket bioarang.

Perbedaan nilai yang terjadi pada kadar air briket bioarang dipengaruhi oleh penambahan air pada saat proses pembuatan perekat. Menurut Syahrir *et al.*, (2017), semakin tinggi massa perekat tapioka maka kadar air yang dihasilkan akan semakin

tinggi pula. Hal ini disebabkan oleh perbedaan volume penambahan air dari masing-masing dosis perekat. Pada hasil analisis tersebut, maka perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji tukey untuk mengetahui rata-rata perlakuan yang berbeda nyata. Hasil analisis uji tukey pada kadar air dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

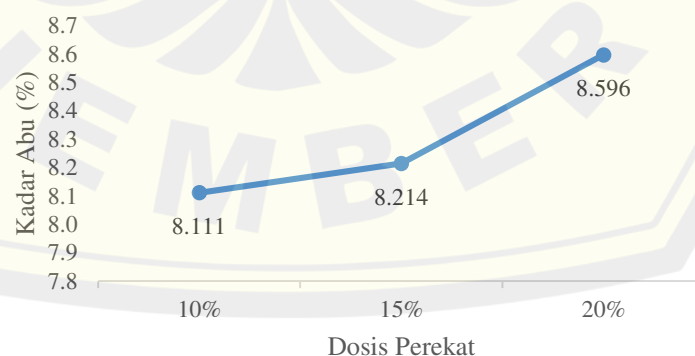
Tabel 4.2 Analisis uji tukey pada kadar air

Komparasi	Beda Absolut	Nilai Kritis (HSD)
10% dengan 15%	0.9101	0.2919
10% dengan 20%	1.4696	0.2919
15% dengan 20%	0.5595	0.2919

Berdasarkan hasil uji tukey pada Tabel 4.3 di atas diperoleh kesimpulan yaitu seluruh perlakuan dosis perekat berbeda nyata terhadap nilai kadar air. Hal tersebut didapatkan dari nilai beda absolut yang lebih besar dari nilai kritis. Maka dari itu nilai tersebut menghasilkan keputusan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada seluruh data perlakuan dosis perekat terhadap nilai kadar air briket bioarang kulit singkong.

4.3 Kadar Abu

Pengukuran parameter kadar abu pada briket bioarang kulit singkong dilakukan untuk mengetahui jumlah kadar abu yang tersisa pada briket bioarang. Pengujian nilai kadar abu briket bioarang kulit singkong ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu $\leq 8\%$. Hasil uji nilai kadar abu pada masing-masing perlakuan dosis perekat dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Grafik rata-rata nilai kadar abu

Pengukuran variabel kadar abu briket bioarang pada ketiga perlakuan dosis perekat 10%, 15% dan 20% menghasilkan nilai berturut-turut yaitu 8,111%; 8,214% dan 8,596%. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai kadar abu briket bioarang kulit singkong dengan penambahan perekat tapioka belum sesuai dengan ketentuan SNI kadar abu briket yaitu $\leq 8\%$. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya oleh Delly dan Saputra (2014), nilai kadar abu yang dihasilkan pada briket kulit singkong menggunakan perekat tapioka adalah 10,48%. Nilai tersebut dapat dikatakan masih jauh dari syarat mutu SNI briket. Sudiro dan Suroto (2014) menjelaskan, nilai kadar abu pada briket bioarang diharapkan memiliki nilai serendah mungkin. Semakin rendah nilai kadar abu maka semakin baik kualitas suatu briket. Hasil analisis anova satu arah pada data kadar abu dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Analisis anova satu arah pada kadar abu

Variabel Pengamatan	Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ftabel
Kadar Abu	Kadar Abu	2	0.3919	0.1959	4.248	5.1433
	Galat	6	0.2767	0.0461		
	Total	8	0.6686	0.2420		

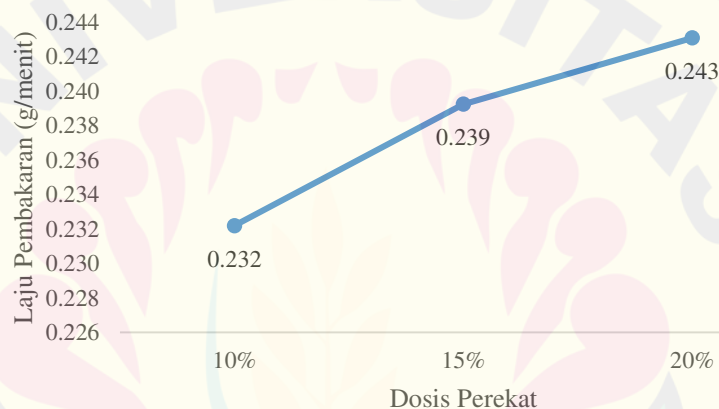
Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai kadar abu pada briket bioarang memiliki F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} , maka dari itu H_0 diterima yaitu adanya perbedaan yang tidak nyata pada variasi penambahan dosis perekat terhadap nilai kadar abu. Sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan dosis perekat terhadap komposisi briket bioarang memperlihatkan pengaruh yang sama terhadap hasil nilai kadar abu.

Hasil analisis kadar abu terhadap penambahan dosis perekat berbeda tidak nyata dikarenakan perbedaan selisih yang dekat pada hasil analisis nilai kadar abu dari ketiga perlakuan kadar perekat. Tinggi rendahnya kadar abu pada briket bioarang disebabkan oleh kandungan anorganik dan silika pada bahan baku. Hal ini dipengaruhi oleh pengotor yang terdapat dalam bahan baku sehingga kandungan mineral dalam arang cukup tinggi dan proses pembakarannya banyak meninggalkan abu sebagai sisa pembakaran (Ristianingsih *et al.*, 2015). Pada penelitian yang

dilakukan oleh Sailah *et al.*, (2020), menyebutkan bahwa nilai kadar abu yang terkandung pada kulit singkong sebesar 6,38% sehingga nilai tersebut memberikan tambahan kadar abu pada briket bioarang yang dihasilkan.

4.4 Laju Pembakaran

Pengukuran nilai laju pembakaran pada briket bioarang kulit singkong dilakukan dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar sampai menghasilkan abu sisa pembakaran. Hasil nilai laju pembakaran pada masing-masing perlakuan dosis perekat dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4.4 Grafik nilai rata-rata laju pembakaran

Berdasarkan Gambar 4.4, nilai laju pembakaran terbesar pada briket bioarang kulit singkong yaitu pada perlakuan dosis 20% sebesar 0,243 g/menit, sedangkan nilai terendah terdapat pada dosis perekat 10% yaitu sebesar 0,232 g/menit. Laju pembakaran briket bioarang dipengaruhi oleh nilai kalor yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai kalor pada briket bioarang maka semakin tinggi laju pembakaran. Tingginya nilai kalor menghasilkan kualitas briket yang baik dengan nilai laju pembakaran tinggi (Gantina, 2019). Selain itu terdapat faktor lain akan tingginya nilai laju pembakaran yang disebabkan oleh kadar air rendah. Semakin rendah kadar air pada briket bioarang maka semakin tinggi laju pembakarannya karena pada saat proses pembakaran, panas yang diberikan pada briket bioarang digunakan terlebih dahulu untuk menguapkan air didalamnya dan

diikuti oleh pembakaran bahan (Aziz *et al.*, 2019). Hasil analisis anova satu arah pada data laju pembakaran dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Analisis anova satu arah pada laju pembakaran

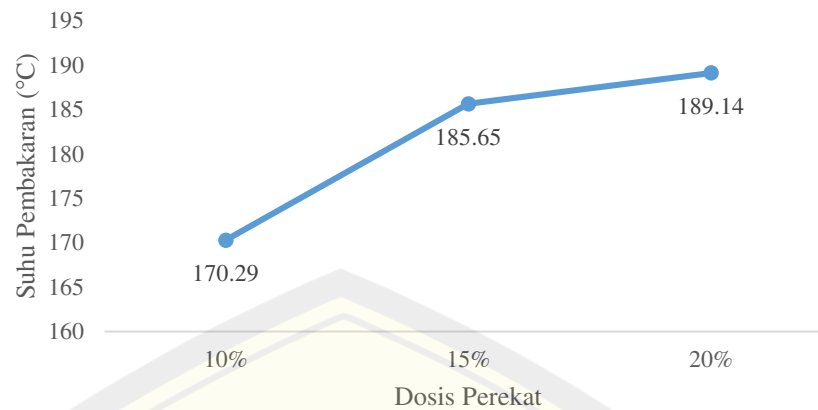
Variabel Pengamatan	Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F _{tabel}
Laju Pembakaran	Laju Pembakaran	2	0.0002	0.0001	0.9809	5.1433
	Galat	6	0.0006	0.0001		
	Total	8	0.0007	0.0002		

Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai laju pembakaran pada briket bioarang memiliki F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} , maka dari itu H_0 diterima yaitu adanya perbedaan yang tidak nyata pada variasi penambahan dosis perekat terhadap nilai laju pembakaran. Sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan dosis perekat terhadap komposisi briket bioarang memperlihatkan pengaruh yang sama terhadap hasil nilai laju pembakaran.

Hasil analisis laju pembakaran terhadap penambahan dosis perekat berbeda tidak nyata dikarenakan perbedaan selisih yang dekat pada hasil analisis nilai laju pembakaran dari ketiga perlakuan kadar perekat. Berdasarkan penelitian Rahmawati *et al.*, (2010), tingginya laju pembakaran dipengaruhi oleh nilai suhu pembakaran pada briket bioarang. Hal ini dikarenakan, meningkatnya temperatur pada proses pembakaran sehingga massa sampel akan lebih cepat habis dan menghasilkan laju pembakaran semakin tinggi.

4.5 Suhu Pembakaran

Pengukuran nilai suhu pembakaran pada briket bioarang kulit singkong dilakukan untuk mengetahui panas yang dihasilkan pada masing-masing briket berdasarkan komposisi bahan bakar yang sudah ditentukan. Hasil nilai suhu pembakaran pada masing-masing perlakuan dosis perekat dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4.5 Grafik rata-rata nilai suhu pembakaran

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.5 diatas menunjukkan bahwa nilai suhu pembakaran briket bioarang kulit singkong meningkat seiring penambahan dosis perekat. Nilai suhu pembakaran terbesar terdapat pada perlakuan dosis perekat 20% yaitu 189,14°C, sedangkan nilai suhu pembakaran terendah terdapat pada perlakuan dosis perekat 10% yaitu sebesar 170,29°C. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin bertambahnya dosis perekat tapioka maka semakin tinggi suhu pembakaran yang dihasilkan. Nilai suhu pembakaran yang berbeda pada briket bioarang dipengaruhi oleh nilai kalor. Menurut Marchel *et al.*, (2019), berbedanya capaian temperatur atau suhu pembakaran disebabkan oleh kandungan nilai kalor dari briket. Nilai kalor yang tinggi dapat memperoleh suhu pembakaran tinggi dan pencapaian suhu optimumnya cukup lama. Analisis data suhu pembakaran briket bioarang kulit singkong menggunakan uji anova satu arah dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Analisis anova satu arah pada suhu pembakaran

Variabel Pengamatan	Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ftabel
Suhu Pembakaran	Suhu Pembakaran	2	603.6872	301.8436	57.0217	5.1433
	Galat	6	31.7609	5.2935		
	Total	8	635.4482	307.1371		

Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai suhu pembakaran pada briket bioarang memiliki F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , maka dari itu H_0 ditolak

yaitu terdapat perbedaan nyata pada variasi penambahan dosis perekat terhadap nilai suhu pembakaran. Hal tersebut mengindikasikan bahwa hasil analisis variasi dosis perekat yang ditambahkan pada komposisi briket berpengaruh atau memiliki pengaruh yang berbeda terhadap nilai suhu pembakaran briket bioarang.

Perbedaan nilai suhu pembakaran dipengaruhi oleh nilai kalor yang terkandung pada briket bioarang. Menurut Fajjah *et al.*, (2020), nilai kalor merupakan aspek penting terhadap suhu pembakaran. Kenaikan temperatur pada briket bioarang menyebabkan nilai kalor yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini dipengaruhi oleh perekat yang digunakan, karena kualitas nilai kalor akan meningkat seiring dengan bertambahnya dosis perekat. Pada hasil analisis tersebut, maka perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji tukey untuk mengetahui rata-rata perlakuan yang berbeda nyata. Tabel hasil uji tukey pada perlakuan perekat yang berbeda nyata terhadap rata-rata data suhu pembakaran yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.6 Analisis uji tukey pada suhu pembakaran

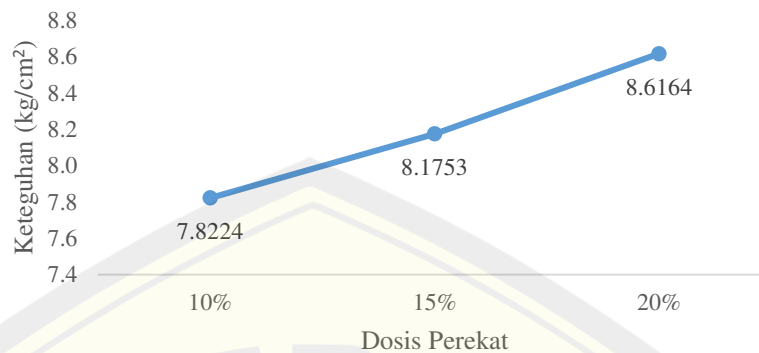
Komparasi	Beda Absolut	Nilai Kritis (HSD)
10% dengan 15%	46.0988	5.7650
10% dengan 20%	56.5571	5.7650
15% dengan 20%	10.4583	5.7650

Berdasarkan hasil uji tukey pada Tabel 4.6 diatas diperoleh kesimpulan yaitu seluruh perlakuan dosis perekat berbeda nyata terhadap nilai suhu pembakaran. Hal tersebut didapatkan dari nilai beda absolut yang lebih besar dari nilai kritis. Maka dari itu nilai tersebut menghasilkan keputusan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada seluruh data perlakuan dosis perekat terhadap nilai suhu pembakaran briket bioarang kulit singkong.

4.6 Keteguhan

Pengujian keteguhan pada briket bioarang kulit singkong dilakukan untuk mengetahui daya tahan pada setiap variasi komposisi briket menggunakan (*press test*). Standar yang digunakan pada pengukuran uji keteguhan briket bioarang kulit singkong menggunakan standar keteguhan briket dari beberapa negara yaitu

$\geq 12,7 \text{ kg/cm}^2$ (Nasution dan Simbolon, 2022). Hasil uji keteguhan setiap perlakuan dosis perekat dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4.6 Grafik nilai rata-rata nilai keteguhan

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa nilai keteguhan terbesar terdapat pada perlakuan dosis perekat 20% yaitu $8,6164 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan dosis perekat 10% yaitu sebesar $7,8224 \text{ kg/cm}^2$. Pengukuran variabel keteguhan briket bioarang pada ketiga perlakuan dosis perekat 10%, 15% dan 20% menghasilkan nilai berturut-turut yaitu $7,8224 \text{ kg/cm}^2$, $8,1753 \text{ kg/cm}^2$ dan $8,6164 \text{ kg/cm}^2$. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai keteguhan briket bioarang kulit singkong dengan penambahan perekat tapioka belum sesuai dengan ketentuan standar keteguhan briket di beberapa negara yaitu $\geq 12,7 \text{ kg/cm}^2$. Apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Nurhudah (2018), keteguhan briket yang dihasilkan dari briket campuran kulit singkong dan kulit kapuk dengan perbandingan 90:10 menghasilkan keteguhan dengan nilai sebesar $6,96 \text{ kg/cm}^2$. Nilai tersebut dapat terbilang jauh dari syarat mutu pada ketentuan standar keteguhan briket di beberapa negara. Hasil analisis anova satu arah pada data keteguhan dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.7 Analisis anova satu arah pada keteguhan

Variabel Pengamatan	Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ftabel
	Keteguhan	2	0.9495	0.4748		
Keteguhan	Galat	6	1.1675	0.1946	2.44	5.1433
	Total	8	2.1170	0.6694		

Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai keteguhan pada briket bioarang memiliki F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} , maka dari itu H_0 diterima yaitu adanya perbedaan yang tidak nyata pada variasi penambahan dosis perekat terhadap nilai keteguhan. Sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan dosis perekat terhadap komposisi briket bioarang memperlihatkan pengaruh yang sama terhadap hasil nilai keteguhan.

Menurut Pane *et al.*,(2015) menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai keteguhan maka briket bioarang yang dihasilkan semakin baik. Penambahan kadar perekat yang digunakan akan menambah kuat ikatan antar partikel arang pada briket sehingga menghasilkan nilai keteguhan semakin meningkat. Arifah (2017) menambahkan, nilai keteguhan pada briket dipengaruhi oleh partikel arang yang seragam. Keseragaman partikel membuat arang akan mudah untuk saling terikat dan ditambah dengan tekanan tertentu saat proses pencetakan briket. Penekanan pada pencetakan briket dilakukan untuk membantu proses pengikatan dan pengisian ruang-ruang kosong.

4.7 Komposisi Briket Bioarang Terbaik

Penentuan komposisi briket bioarang kulit singkong yang terbaik dapat dilihat dari hasil analisis 6 parameter yang telah di uji. Berikut merupakan hasil komposisi terbaik briket bioarang kulit singkong dari ketiga perlakuan.

1. Nilai kalor tertinggi pada hasil penelitian ini terdapat pada perlakuan C sebesar (briket bioarang kulit singkong dengan kadar perekat 20%). Nilai kalor pada perlakuan ini juga sesuai dengan standar mutu briket SNI yang mana nilai kalor dihasilkan ≥ 5000 kal/g.
2. Kadar air terendah yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu terdapat pada perlakuan A (briket bioarang kulit singkong dengan kadar perekat 10%). Kadar air pada perlakuan ini juga sesuai dengan standar mutu briket SNI yaitu memiliki nilai $\leq 8\%$.
3. Kadar abu terendah yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu terdapat pada perlakuan A (briket bioarang kulit singkong dengan kadar perekat 10%).

Namun nilai kadar abu pada perlakuan ini belum sesuai dengan standar mutu briket SNI yaitu memiliki nilai $\leq 8\%$.

4. Laju pembakaran tertinggi pada penelitian ini yaitu terdapat pada perlakuan C (briket bioarang kulit singkong dengan kadar perekat 20%). Semakin tinggi nilai laju pembakaran maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan.
5. Suhu pembakaran tertinggi pada penelitian ini terdapat pada perlakuan C (briket bioarang kulit singkong dengan kadar perekat 20%). Semakin tinggi suhu pembakaran maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan.
6. Nilai keteguhan tertinggi pada penelitian ini terdapat pada perlakuan C (briket bioarang kulit singkong dengan kadar perekat 20%). Semakin tinggi dosis perekat maka semakin tinggi nilai keteguhan pada briket bioarang.

Penentuan komposisi briket terbaik menggunakan metode *scoring* dari parameter uji yang telah dilakukan. Hasil dari metode *scoring* dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.8 Hasil uji menggunakan metode *scoring*

Parameter Uji	Perlakuan		
	A	B	C
Nilai Kalor	1	2	3
Kadar Air	3	2	1
Kadar Abu	3	2	1
Laju Pembakaran	1	2	3
Suhu Pembakaran	1	2	3
Keteguhan	1	2	3
Total	10	12	14

Berdasarkan hasil uji metode *scoring* pada Tabel 4.8, menunjukkan bahwa hasil penelitian briket bioarang kulit singkong menghasilkan briket terbaik yaitu perlakuan C dengan perlakuan kadar perekat sebesar 20%. Hasil uji metode *scoring* terendah dari seluruh parameter perlakuan C memperlihatkan bahwa kadar air dan kadar abu memiliki nilai yang terendah. Namun nilai parameter uji kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini sudah memenuhi syarat mutu dari standar SNI.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian briket bioarang kulit singkong dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan perekat tapioka memberi pengaruh terhadap karakteristik briket bioarang kulit singkong. Nilai kalor tertinggi terdapat pada perlakuan C (dosis perekat 20%) yaitu sebesar 5734,190 kal/g, kadar air terendah pada perlakuan A (dosis perekat 10%) dengan nilai 3,804%, kadar abu terendah pada perlakuan A (dosis perekat 10%) dengan nilai 8,111%, laju pembakaran tertinggi pada perlakuan C (dosis perekat 20%) yaitu sebesar 0,243 g/menit, suhu pembakaran tertinggi pada perlakuan C (dosis perekat 20%) yaitu sebesar 189,14°C dan keteguhan briket tertinggi pada perlakuan C (dosis perekat 20%) sebesar 8,6164 kg/cm².
2. Penentuan komposisi briket bioarang kulit singkong terbaik menggunakan metode *scoring* yaitu terdapat pada perlakuan C dengan dosis perekat 20%. Hal ini menunjukkan bahwa uji karakteristik nilai kalor dan kadar air sudah memenuhi syarat mutu dari standar SNI serta laju pembakaran dan suhu pembakaran cukup tinggi.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan dalam penelitian briket bioarang kulit singkong yaitu lebih memperhatikan sebelum proses karbonisasi saat pengisian bahan pada alat. Pengisian bahan yang penuh mempengaruhi hasil pengarangan yang tidak merata. Sehingga arang dari hasil karbonisasi tidak dapat dihasilkan secara maksimal. Selain itu adapun alternatif penyelesaiannya dengan tidak mengisi bahan secara penuh dan memberikan sedikit ruang pada alat karbonisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anizar, H., Sribudiani, E., dan Somadona, S. 2020. Pengaruh Bahan Perekat Tapioka dan Sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah. *Perennial*, 16(1), 11-17.
- Arifah, R. 2017. Keberadaan Karbon Terikat dalam Briket Arang Dipengaruhi oleh Kadar Abu dan Kadar Zat yang Menguap. *Wahana Inovasi*, 6(2), 365-377.
- Arni, H. M. Labania, dan Nismayanti, A. 2014. Studi uji karakteristik fisis briket bioarang sebagai sumber energi alternatif. *Online Jurnal of Natural Science*. 3):89–98.
- Aziz, M. R., Siregar, A. L., Rantawi, A. B., dan Rahardja, I. B. 2019. Pengaruh Jenis Perekat Pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar. *Prosiding Semnastek*.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Ubi Kayu dan Ubi Jalar Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur, 2017. <https://jatim.bps.go.id/statictable/2019/10/11/1865/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-ubi-kayu-dan-ubi-jalar-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-jawa-timur-2017.html>. [Diakses pada 1 Februari 2022].
- Delly, J., dan Saputra, N. 2014. Proses Pembuatan Briket Berbasis Kulit Singkong dan Kajian Eksperimen Parametris Pengaruh Bahan Perekatnya Terhadap Nilai Kalor dan Laju Pembakaran. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(1).
- Dewi, R. P. dan Kholik, M. 2018. Kajian potensi pemanfaatan biogas sebagai salah satu sumber energi alternatif di wilayah magelang. *Journal of Mechanical Engineering*, 2(1), 8-14.
- Dewi, R., dan Hasfita, F. 2017. Pemanfaatan Limbah Kulit Jengkol (*Pithecellobium Jiringa*) Menjadi Bioarang Dengan Menggunakan Perekat Campuran Getah Sukun dan Tepung Tapioka. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(1), 105-123.
- Elfiano, E., Subekti, P., & Sadil, A. 2014. Analisa Proksimat dan Nilai Kalor Pada Briket Bioarang Limbah Ampas Tebu dan Arang Kayu. *Jurnal Aptek*, 6(1), 57-64.
- Faijah, F., Fadilah, R., dan Nurmila, N. 2020. Perbandingan Tepung Tapioka dan Sagu ada Pembuatan Briket Kulit Buah Nipah (*Nypafruticans*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. Universitas Negeri Makassar.
- Frida, E., Darnianti, D., dan Pandia, J. 2019. Preparasi dan Karakterisasi Biomassa Kulit Pinang dan Tempurung Kelapa Menjadi Briket dengan Menggunakan Tepung Tapioka Sebagai Perekat. *JUITECH: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality*, 3(2), 1-8.
- Gantina, T. M. 2019. Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Peningkatan Nilai Kalor dan Proses Pembakaran Briket Bio-Batubara. *Jurnal Teknik Energi*, 9(1), 31-36.
- Kholiq, I. P. 2017. Pengaruh Konsentrasi Ragi Tempe dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Tepung Mocaf. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

- Mappabeta, A. M. H. 2020. *Perbandingan Tingkat Kekasaran Permukaan Oleh Variasi Sudut Pahat Hss Material Kuningan Di Mesin Cnc Tu-2a*. Skripsi. Universitas Negeri Makassar.
- Marchel, W. I., P. Freeke, dan Dedie, T. 2019. Analisis Perbedaan Jenis Bahan Dan Massa Pencetakan Briket Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Pada Kompor Biomassa. *Jurnal Ilmiah* (Vol. 1, No. 5).
- Mariati, L. dan Yusbarina, Y. 2017. Pembuatan Biobriket dari Gambut dan Ampas Tebu sebagai Sumber Belajar Materi Ilmu Kimia dan Peranannya. *Jurnal Pendidikan Kimia Dan Terapan*. 32(2):65.
- Nasution, L., dan Simbolon, R. A. 2022. Pengembangan Energi Alternatif dengan Briket Arang Melalui Pemanfaatan Sampah Organik. *Umsu press*.
- Ndraha, N. 2009. Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu yang Dihasilkan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Nurhudah, N. 2018. Pembuatan Briket dari Campuran Limbah Kulit Singkong (Manihot utilissima) dan Kulit Kapuk (*Ceiba pentandra l. gaertn*) dengan Perekat Getah Pinus (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Pane, J. P., Junary, E., dan Herlina, N. 2015. Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Penambahan Kapur dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(2), 32-38.
- Putra, F. A. 2020. Prototype Pencetak Biopellet: Pengaruh Bahan Baku Serbuk Kayu Medang (*Phoebe Hunanensis*) dan Sekam Padi (*Oryza Sativa*) Terhadap Kualitas Biopellet (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Putra, H. P., Hakim, L., dan Yuriandala, Y. 2013. Studi Kualitas Briket dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perekat Limbah Nasi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 5(1), 27-35.
- Putri, R. E., dan Andasuryani, A. 2017. Studi Mutu Briket Arang dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2), 143-151.
- Rahmawati, L., Stiyabudi, R., dan Agustiani, C. L. 2010. Pengaruh Laju Aliran Udara Terhadap Karakteristik Pembakaran Biobriket dari Limbah Penggilingan Padi (Sekam). *Pelita-Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, (2).
- Rahmadani, R., Hamzah, F., dan Hamzah, F. H. 2017. Pembuatan Briket Arang Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jacq.*) dengan perekat pati sagu (*Metroxylon sago rott.*). *Jurnal Online Mahasiswa*. Universitas Riau
- Ramadhani, L. F., Nurjannah, I. M., Yulistiani, R., dan Saputro, E. A. 2020. Teknologi aktivasi fisika pada pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(2), 42-53.
- Ristianingsih, Y., A. Ulfa, dan R. K. . Syafitri. 2015. Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Konversi*. 4(2):16–22.

- Sailah, I., Mulyaningsih, F., Ismayana, A., Puspaningrum, T., Adnan, A. A., dan Indrasti, N. S. 2020. Kinerja Karbon Aktif dari Kulit Singkong dalam Menurunkan Konsentrasi Fosfat pada Air Limbah Laundry. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2).
- Saleh, A. 2013. Efisiensi konsentrasi perekat tepung tapioka terhadap nilai kalor pembakaran pada biobriket batang jagung (*Zea mays L.*). *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 7(1), 78-89.
- Santoso, B., dan Hastarina, M. 2018. Pendistribusian Minyak Avtur Dengan Metode One Way Anova di DPPU SMB II Palembang. *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(1), 11-17.
- Satmoko, M. E. A., Saputro, D. D., dan Budiyono, A. 2013. Karakterisasi Briket dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas. *Journal of Mechanical Engineering Learning*, 2(1).
- Setiawan, K. 2019. Buku Ajar Metodologi Penelitian (Anova Satu Arah). Bandar Lampung: Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Siburian, I. S. 2019. Pengaruh Fermentasi Kulit Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) dengan Mikroorganisme Lokal (MOL) Sebagai Pakan Terhadap Kandungan Nutrisi dan Antinutrisi Asam Sianida.
- Smith, H., dan Idrus, S. 2017. Pengaruh Penggunaan Perekat Sagu dan Tapioka Terhadap Karakteristik Briket dari Biomassa Limbah Penyulingan Minyak Kayu Putih di Maluku. *Majalah Biam*, 13(2), 21-32.
- Soolany, C. 2018. Perhitungan Proses Pindah Panas Tungku Biomassa. *Jti-Unugha (Jurnal Teknologi Industri-UNUGHA)*, 1(2).
- Sulistyanto, A. 2017. Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 7(2).
- Sumangat, D., dan Broto, W. 2005. Kajian Teknis dan Ekonomis Pengolahan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar sebagai Bahan Bakar Tungku. *Buletin Teknologi Pasca Panen*, 5(1), 18-26.
- Syahrir, I., Syahrir, M., dan Sirajuddin, S. 2017. Pemanfaatan Limbah Padat Hasil Hidrolisis dari Kulit Singkong Menjadi Biobriket. *Seniati*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Syamsiro, M., dan Saptoadi, H. 2007. Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat. *Seminar Nasional Teknologi (Vol. 10, pp. 7-8)*.
- Syarief, A., Nugraha, A., dan Ramadhan, M. N. 2021. Pengaruh Variasi Komposisi dan Jenis Perekat Terhadap Sifat Fisik dan Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Arang Kayu Alaban (*Vitex Pubescens Vahl*)-Sekam Padi (*Oryza Sativa L.*). *Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah (Vol. 6, No. 1)*.
- Vachlepi, A. dan D. Suwardin. 2013. Penggunaan Biobriket sebagai Bahan Bakar Alternatif dalam Pengeringan Karet Alam. *Warta Per karetan*. 32(2):65.
- Widarti, B. N., Sihotang, P., dan Sarwono, E. 2016. Penggunaan tongkol jagung akan meningkatkan nilai kalor pada briket. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(2).
- Yulianto, T. 2020. Pengaruh Torefaksi Terhadap Sifat Fisis Black Pellet Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) (Doctoral dissertation, Universitas Lampung).

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi penelitian



Pemotongan kulit singkong



Pengeringan kulit singkong



Karbonisasi kulit singkong



Arang kulit singkong



Pengecilan ukuran arang



Pengayakan arang



Penimbangan arang dan perekat



Pembuatan adonan perekat



Pencampuran arang dan bahan perekat



Densifikasi dan pencetakan briket bioarang



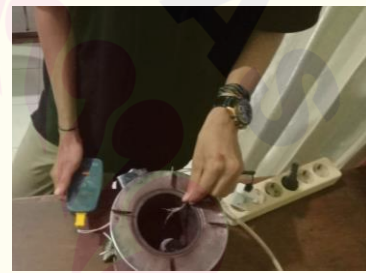
Pengovenan biobriket



Briket bioarang



Pengukuran kadar air biobriket



Pengukuran suhu dan laju pembakaran



Pendinginan kadar air



Pengukuran kadar abu



Pengukuran keteguhan

Lampiran 2. Data pengukuran nilai kalor

Perlakuan	Nilai Kalor (kal/g)	Rata-rata (kal/g)
10%	5166.72	5166.72
15%	5478.35	5478.35
20%	5743.19	5743.19

Lampiran 3. Data pengukuran kadar air

Perlakuan	Ulangan	Massa Cawan (g)	Massa Sample (g)	Massa sample + cawan		Kadar Air (%)	Rata-rata (%)
				Sebelum dioven (g)	Setelah dioven (g)		
10%	1	3.7249	5.0014	8.7263	8.5392	3.741	3.804
	2	3.8427	5.0007	8.8434	8.6553	3.761	
	3	3.7312	5.001	8.7322	8.5367	3.909	
15%	1	3.9412	5.0012	8.9424	8.7395	4.057	4.107
	2	3.7565	5.0009	8.7574	8.559	3.967	
	3	3.8712	5.0007	8.8719	8.657	4.297	
20%	1	3.8214	5.0017	8.8231	8.6094	4.273	4.294
	2	3.7239	5.0009	8.7248	8.5122	4.251	
	3	3.9178	5.0006	8.9184	8.7005	4.357	

Lampiran 4. Data pengukuran kadar abu

Perlakuan	Ulangan	Massa sample (g)	Abu Sisa Pembakaran (g)	Kadar Abu (%)	Rata-rata (%)
10%	1	48.2011	3.9912	8.28	8.11
	2	49.6712	3.9138	7.88	
	3	48.0694	3.9287	8.17	
15%	1	48.6712	4.0815	8.39	8.21
	2	48.1921	3.8862	8.06	
	3	49.0189	4.0161	8.19	
20%	1	48.4712	4.2934	8.86	8.60
	2	47.8491	4.1143	8.60	
	3	48.1523	4.0121	8.33	

Lampiran 5. Data pengukuran laju Pembakaran

Perlakuan	Ulangan	Massa sample (g)	Abu Sisa Pembakaran (g)	Waktu (menit)	Laju Pembakaran (g/menit)	Rata – rata (g/menit)
10%	1	48.2011	3.9912	200	0.2226	0.232192
	2	49.6712	3.9138	205	0.2321	
	3	48.0694	3.9287	195	0.2419	
15%	1	48.6712	4.0815	195	0.2367	0.239234
	2	48.1921	3.8862	185	0.2426	
	3	49.0189	4.0161	195	0.2384	
20%	1	48.4712	4.2934	190	0.2330	0.243074
	2	47.8491	4.1143	185	0.2380	
	3	48.1523	4.0121	180	0.2582	

Lampiran 6. Data pengukuran suhu Pembakaran

Menit	Perlakuan 10%			Rata – rata (°C)
	Suhu (°C)			
	1	2	3	
0	34	35	35	34.67
5	88	82	90	86.67
10	91	94	98	94.33
15	102	99	105	102.00
20	101	114	121	112.00
25	95	106	115	105.33
30	99	117	128	114.67
35	101	119	126	115.33
40	111	114	131	118.67
45	124	139	152	138.33
50	128	141	154	141.00
55	115	127	128	123.33
60	108	116	121	115.00
65	188	192	189	189.67
70	236	229	219	228.00
75	268	275	253	265.33
80	315	328	323	322.00
85	319	331	326	325.33
90	309	339	316	321.33

Menit	Perlakuan 10%			Rata – rata (°C)
	Suhu (°C)			
	1	2	3	
95	308	328	288	308.00
100	317	327	299	314.33
105	313	319	295	309.00
110	295	292	267	284.67
115	293	290	244	275.67
120	279	285	239	267.67
125	275	245	270	263.33
130	249	215	238	234.00
135	219	204	212	211.67
140	215	200	195	203.33
145	191	197	179	189.00
150	175	189	168	177.33
155	167	178	165	170.00
160	149	165	152	155.33
165	134	149	131	138.00
170	97	105	96	99.33
175	82	90	85	85.67
180	75	77	63	71.67
185	66	70	51	62.33
190	37	49	43	43.00
195	31	43	31	35.00
200	29	35		32.00
205		27		27.00
Max	319.00	339.00	326.00	325.33
Min	29.00	27.00	31.00	27.00
Rata-Rata	169	171	171	170
STDEV	95.49	96.01	85.73	93.58

Menit	Perlakuan 15%			Rata – rata (°C)
	Suhu (°C)			
	1	2	3	
0	41	39	37	39.00
5	103	95	94	97.33
10	119	111	104	111.33
15	124	122	117	121.00
20	132	129	96	119.00
25	133	107	98	112.67
30	139	130	117	128.67
35	145	136	129	136.67
40	152	144	138	144.67
45	149	147	141	145.67
50	154	151	147	150.67
55	154	153	149	152.00
60	189	194	184	189.00
65	249	239	241	243.00
70	281	260	276	272.33
75	308	288	301	299.00
80	321	314	334	323.00
85	286	312	328	308.67
90	320	315	337	324.00
95	340	294	344	326.00
100	348	342	357	349.00
105	297	325	316	312.67
110	308	311	327	315.33
115	297	308	311	305.33
120	295	297	305	299.00
125	269	269	276	271.33
130	243	237	252	244.00
135	219	211	224	218.00
140	205	201	111	172.33
145	188	174	191	184.33
150	171	165	176	170.67
155	155	125	178	152.67
160	142	126	155	141.00
165	119	102	126	115.67
170	92	67	103	87.33

Menit	Perlakuan 15%			Rata – rata (°C)
	Suhu (°C)			
	1	2	3	
175	81	51	96	76.00
180	66	35	73	58.00
185	42	28	56	42.00
190	35		42	38.50
195	27		28	27.50
Max	348.00	342.00	357.00	349.00
Min	27.00	28.00	28.00	27.50
Rata-Rata	186	186	185	186
STDEV	94.48	94.67	101.00	97.21

Menit	Perlakuan 20%			Rata – rata (°C)
	Suhu (°C)			
	1	2	3	
0	40	38	41	39.67
5	95	89	95	93.00
10	114	108	109	110.33
15	109	105	109	107.67
20	125	121	127	124.33
25	123	120	127	123.33
30	124	118	126	122.67
35	169	170	155	164.67
40	172	168	163	167.67
45	178	173	169	173.33
50	177	169	175	173.67
55	180	175	174	176.33
60	184	176	181	180.33
65	197	201	198	198.67
70	261	249	283	264.33
75	265	253	284	267.33

Menit	Perlakuan 20%			Rata – rata (°C)
	Suhu (°C)			
	1	2	3	
80	289	277	315	293.67
85	309	302	338	316.33
90	342	331	369	347.33
95	360	355	375	363.33
100	349	346	362	352.33
105	327	318	336	327.00
110	299	295	304	299.33
115	281	269	277	275.67
120	263	248	256	255.67
125	236	208	221	221.67
130	227	214	220	220.33
135	209	198	206	204.33
140	214	197	201	204.00
145	187	156	181	174.67
150	165	152	169	162.00
155	159	149	163	157.00
160	141	127	147	138.33
165	139	119	136	131.33
170	122	102	116	113.33
175	79	53	69	67.00
180	58	30	42	43.33
185	41		28	34.50
190	29			29.00
Max	360.00	355.00	375.00	363.33
Min	29.00	30.00	28.00	29.00
Rata-Rata	188	186	193	189
STDEV	89.99	85.97	94.81	92.40

Lampiran 7. Data pengukuran keteguhan

Perlakuan	Ulangan	Massa Briket (g)	Luas Penampang (cm ²)	Tekanan (kg)	Keteguhan Tekan (kg/cm ²)	Rata - rata (kg/cm ²)
10%	1	47.8241	11.335	96	8.469	7.822
	2	46.1897	11.335	82	7.234	
	3	47.0249	11.335	88	7.764	
15%	1	47.9213	11.335	92	8.116	8.175
	2	47.3292	11.335	89	7.852	
	3	48.4219	11.335	97	8.558	
20%	1	48.0248	11.335	97	8.558	8.616
	2	47.8298	11.335	95	8.381	
	3	48.6921	11.335	101	8.910	

Lampiran 8. Data hasil pengujian nilai kalor



UNIVERSITAS GADJAH MADA
 LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGUJIAN TERPADU
 Jl. Kalirejo Km. 4 Sekeloa Utara Yogyakarta 55231 Telp. (0274) 549346, 549365 WA. 0811274505
 Email: lpt_info@mat.ugm.ac.id Website: https://lpt.ugm.ac.id

RP/PT/8.1/LPPT
 Rev. 0
 Halaman: 1 dari 1

LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 02404.0110UN1/LPPT/2023
 No. Pengujian : 22120102404

Informasi Umum

Nama : Briyan Fikri Fahrizal
 Alamat : Universitas Jember
 Tanggal Penerimaan : 26 Desember 2022
 Tanggal Pengujian : 26 Desember 2022
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu

Hasil Pengujian

1. Nama Sampel : Arang Kulit Singkong (Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka 10%)
 Kode Sampel : A
 Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	5166,72	Kal/g	Bomb Calorimeter

2. Nama Sampel : Arang Kulit Singkong (Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka 15%)
 Kode Sampel : B
 Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	5478,35	Kal/g	Bomb Calorimeter

3. Nama Sampel : Arang Kulit Singkong (Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka 20%)
 Kode Sampel : C
 Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	5743,19	Kal/g	Bomb Calorimeter

Yogyakarta, 10 Januari 2023
 Manajer Teknik



Dr.med.vet.drh. Hevi Wihadmadyalami, M.Sc.
 NIP. 198503092010122006

Pernyataan

1. Uji ini hanya berlaku pada sampel yang diujikan
2. LPU ini dibuat sesuai-besarnya untuk pengujian yang dilakukan dalam LPU ini
3. LPU ini tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau kecelakaan yang ditimbulkan oleh pihak ketiga sebagai akibat dari penggunaan atau pengaplikasian LPU ini
4. JIKA diperlukan mengkonsultasikan LPU ini kepada tim dari LPU UGM