

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG SEBAGAI
BRIKET UNTUK BAHAN BAKAR ALTERNATIF PADA
PROSES PRODUKSI OPAK
STUDI KASUS: PABRIK OPAK SUN JAYA MANDIRI**

SKRIPSI

OLEH :

DISKA AULIA

228150072



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2026**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/7/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG SEBAGAI
BRIKET UNTUK BAHAN BAKAR ALTERNATIF PADA
PROSES PRODUKSI OPAK
STUDI KASUS: PABRIK OPAK SUN JAYA MANDIRI**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

DISKA AULIA

228150072

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2026**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/7/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Briket Untuk Bahan
Bakar Alternatif Pada Proses Produksi Opak Studi Kasus: Pabrik
Opak Sun Jaya Mandiri

Nama : Diska Aulia

NPM : 228150072

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing


Nukhe Andri Silwiana, S.T.M.T
NIDN. 0127038802

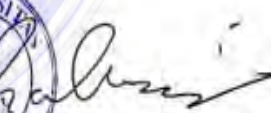
Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik



Dekan Fakultas Teknik, S.T.M.T
NIDN: 0102027402

Ketua Program Studi



Ketua Program Studi, S.T.M.Sc
NIDN: 0110068801

Tanggal Lulus : 05 Maret 2026

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

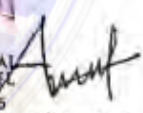
Nama : Diska Aulia

NPM : 228150072

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana yang merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan.

Medan, 05 Maret 2026


Diska Aulia
228150072

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diska Aulia
NPM : 228150072
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Briket Untuk Bahan Bakar Alternatif Pada Proses Produksi Opak Studi Kasus: Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri**. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 05 Maret 2026

Yang menyatakan



Diska Aulia
228150072

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Riau pada tanggal 13 Desember 2004 dari Bapak Rusli dan Ibu Jamriah. Penulis merupakan anak ke 2 dari 3 bersaudara. Adapun jenjang pendidikan yang sudah dilalui penulis sebagai berikut:

1. Tahun 2010, Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri 023 Teluk Jira dinyatakan lulus pada tahun 2016
2. Tahun 2016, Penulis menempuh pendidikan di SMP Negeri 1 Tempuling dan dinyatakan lulus pada tahun 2019
3. Tahun 2019 Penulis menempuh pendidikan di SMKS Farmasi Ikasari Pekanbaru dan dinyatakan lulus pada tahun 2022
4. Tahun 2022, penulis melanjutkan kuliah di Universitas Medan Area

Dengan ketekunan serta motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Briket Untuk Bahan Bakar Alternatif Pada Proses Produksi Opak Studi Kasus: Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri”.

ABSTRAK

Diska Aulia NPM 228150072 “Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Briket Untuk Bahan Bakar Alternatif Pada Proses Produksi Opak Studi Kasus: Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri”. Dibimbing Oleh Nukhe Andri Silviana, S.T. M.T.

Limbah kulit singkong merupakan biomassa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif dalam bentuk briket. Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi kulit singkong sebagai bahan baku briket, menjelaskan proses pembuatannya dengan perekat tepung tapioka, serta menganalisis pengaruh variasi perekat terhadap kualitas briket. Penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif melalui pendekatan eksperimen. Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk melihat karakteristik briket dilanjutkan dengan uji ANOVA guna mengetahui pengaruh variasi perekat terhadap nilai kalor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi perekat berpengaruh nyata terhadap kualitas briket. Nilai kalor tertinggi diperoleh pada perekat 5% sebesar 6.187,9 kal/gr. Namun, kadar air dan kadar abu sebagian besar belum sesuai standar, dengan kadar air terendah pada perekat 5% sebesar 6,96% dan kadar abu terendah pada perekat 10% sebesar 11,2%. Dari segi performa, perekat 15% memiliki waktu pembakaran terlama (10.950 detik), sedangkan perekat 20% memiliki laju pembakaran tertinggi (0,00083 g/detik). Secara keseluruhan, variasi perekat 5% dinilai paling optimal karena menghasilkan nilai kalor tinggi, kadar air sesuai standar, serta kerapatan lebih baik dibandingkan variasi lainnya. Penelitian ini membuktikan bahwa limbah kulit singkong berpotensi dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif ramah lingkungan, meskipun masih diperlukan perbaikan pada tahap pengeringan untuk menurunkan kadar air dan abu. Namun, diperlukan perbaikan proses produksi briket, terutama pada tahap pengeringan untuk menurunkan kadar air dan abu.

Kata Kunci : Briket, Kulit Singkong, Energi Terbarukan, Perekat tapioka.

ABSTRACT

Diska Aulia NPM 228150072 “*Utilization of Cassava Peel Waste as Briquettes for Alternative Fuel in the Opak Production Process Case Study: Sun Jaya Mandiri Opak Factory*”. Supervised by Nukhe Andri Silviana, S.T. M.T.

Cassava peel waste is biomass that has the potential to be used as an alternative fuel in the form of briquettes. This study aims to determine the potential of cassava peel as a raw material for briquettes, describe the manufacturing process using tapioca flour as a binder, and analyze the effect of binder variations on briquette quality. The study was conducted using a quantitative method through an experimental approach. Data analysis was performed descriptively to examine the characteristics of the briquettes, followed by an ANOVA test to determine the effect of binder variation on calorific value. The results showed that binder variation had a significant effect on briquette quality. The highest calorific value was obtained with a 5% adhesive at 6,187.9 cal/g. However, the moisture and ash content were mostly not in accordance with the standards, with the lowest moisture content in the 5% adhesive at 6.96% and the lowest ash content in the 10% adhesive at 11.2%. In terms of performance, the 15% adhesive had the longest burning time (10,950 seconds), while the 20% adhesive had the highest burning rate (0.00083 g/second). Overall, the 5% adhesive variation was considered the most optimal because it produced high calorific value, moisture content in accordance with standards, and better density compared to other variations. This study proves that cassava peel waste has the potential to be developed as an environmentally friendly alternative fuel, although improvements are still needed in the drying stage to reduce moisture and ash content. However, improvements are needed in the briquette production process, especially in the drying stage to reduce moisture and ash content.

Keywords: Briquette, Cassava Peel, Renewable Energy, Tapioca Adhesive.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Briket Untuk Bahan Bakar Alternatif pada proses Produksi Opak: Studi Kasus Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri” dapat terselesaikan dengan baik. Adapun Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan Tugas Akhir Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area

Dalam penyelesaian penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung yaitu :

1. Ayah Rusli dan Ibu Jamriah tercinta dan keluarga besar atas doa, motivasi, bimbingan, nasihat, dan segalanya yang telah diberikan pada penulis. Penyelesaian skripsi ini adalah wujud rasa hormat, cinta dan terima kasih penulis kepada kedua orang tua.
2. Kakak saya Indah Lestari dan abang saya Idun yang telah membantu ikut serta dalam memberi dukungan finansial dan moral.
3. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng.,M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
4. Bapak Dr. Eng Supriatno, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

5. Ibu Nukhe Andri Silviana, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir saya
6. Bapak Suhendra selaku pemilik pabrik Opak Sun Jaya Mandiri yang telah memberikan dukungan, motivasi dan turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Sahabat saya Sevia Endang Manalu, Ade Irma Tampubolon dan teman-teman saya yang telah memberikan dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dan turut membantu dalam menyelesaikan skripsi.

Dengan rasa suka cita penulis mengucapkan banyak terimakasih dari semua pihak dari manapun yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa penulisan Proposal Tugas Akhir ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dan inspirasi bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Penulis



Diska Aulia
228150072

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Sistem Lingkungan Industri.....	7
2.2 Limbah Kulit Singkong sebagai Limbah Pertanian	8
2.3 Energi Terbarukan.....	10
2.4 Konversi Biomassa	11
2.4.1 Biobriket	12
2.5 Uji Kualitas Biobriket.....	12
2.5.1 Nilai Kalor	13
2.5.2 Kadar Air	14
2.5.3 Kadar Abu.....	15
2.5.4 Kerapatan Massa.....	17
2.5.5 Laju Pembakaran	18
2.5.6 Waktu Pembakaran	19
2.6 Perekat.....	20
2.7 Metode Eksperimen	21
2.8 Metode Pengambilan Sampel	22
2.9 Pengertian <i>Statistical Product and Services Solution</i> (SPSS)	22
2.10 <i>Analysis Of Variances</i> (ANOVA)	23

2.10.1	One Way ANOVA	23
2.11	Penelitian Terdahulu	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Jenis dan Pendekatan Penelitian	30
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	30
3.3	Objek Penelitian.....	30
3.4	Kerangka Konseptual.....	31
3.5	Hipotesis	32
3.6	Diagram Alir Proses Penelitian.....	33
3.7	Desain Penelitian	35
3.8	Alat dan Bahan Penelitian.....	36
3.8.1	Alat Penelitian	36
3.8.2	Bahan	38
3.9	Prosedur Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		44
4.1	Pengumpulan Data	44
4.2	Hasil Pengujian Kualitas Briket.....	44
4.2.1	Nilai Kalor	45
4.2.2	Kadar Air	46
4.2.3	Kadar Abu.....	46
4.2.4	Kerapatan Massa.....	47
4.2.5	Uji Nyala.....	48
4.2.5.1	Waktu Pembakaran.....	48
4.2.5.2	Laju Pembakaran.....	49
4.3	Analisis Statistik (ANOVA Satu Arah)	50
4.3.1	Pengujian Nilai Kalor	50
4.3.2	Pengujian Kadar Air	52
4.3.3	Pengujian Kadar Abu	55
4.3.4	Pengujian Kerapatan Massa.....	57
4.3.5	Pengujian Waktu Pembakaran	60
4.3.6	Pengujian Laju Pembakaran	62
4.4	Analisis Efisiensi	65
4.4.1	Penggunaan Kayu Bakar.....	65
4.4.2	Penggunaan Briket.....	66

BAB V PENUTUP.....	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	75

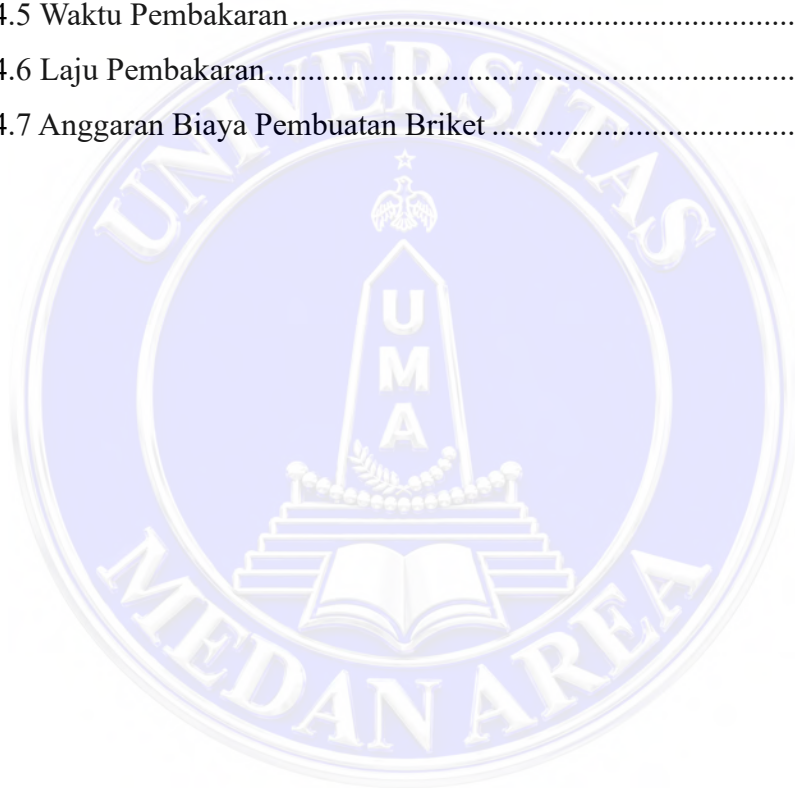


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan Limbah Kulit Singkong.....	9
Gambar 3.1 Kerangka Konseptual	31
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian.....	34
Gambar 3.3 Desain Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Hasil Deskriptif Nilai Kalor	50
Gambar 4.2 Hasil ANOVA Nilai Kalor.....	51
Gambar 4.3 Hasil Uji Post Hoc Tukey Nilai Kalor.....	51
Gambar 4.4 Hasil Subset Tukey HSD Nilai Kalor.....	52
Gambar 4.5 Hasil Deskriptif Kadar Air	52
Gambar 4.6 Hasil ANOVA Kadar Air	53
Gambar 4.7 Hasil Uji Post Hoc Tukey Kadar Air.....	54
Gambar 4.8 Hasil Subset Tukey HSD Kadar Air.....	54
Gambar 4.9 Hasil Deskriptif Kadar Abu.....	55
Gambar 4.10 Hasil ANOVA Kadar Abu	56
Gambar 4.11 Hasil Uji Post Hoc Tukey Kadar Abu	56
Gambar 4.12 Hasil Subset Tukey HSD Kadar Abu	57
Gambar 4.13 Hasil Deskriptif Kerapatan Massa.....	58
Gambar 4.14 Hasil ANOVA Kerapatan Massa	58
Gambar 4.15 Hasil Uji Post Hoc Tukey Kerapatan Massa	59
Gambar 4.16 Hasil Subset Tukey HSD Kerapatan Massa	59
Gambar 4.17 Hasil Deskriptif Waktu Pembakaran	60
Gambar 4.18 Hasil ANOVA Waktu Pembakaran.....	61
Gambar 4.19 Hasil Uji Post Hoc Tukey Waktu Pembakaran.....	61
Gambar 4.20 Hasil Subset Tukey HSD Waktu Pembakaran.....	62
Gambar 4.21 Hasil Deskriptif Laju Pembakaran	63
Gambar 4.22 Hasil ANOVA Laju Pembakaran.....	63
Gambar 4.23 Hasil Uji Post Hoc Tukey Laju Pembakaran.....	64
Gambar 4.24 Hasil Subset Tukey HSD Laju Pembakaran.....	64
Gambar 4.25 Nilai Kalor Kayu Bakar.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penggunaan Energi Fosil dengan Terbarukan	10
Tabel 2.2 Rumus ANOVA.....	26
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu.....	28
Tabel 4.1 Nilai Kalor.....	45
Tabel 4.2 Uji Laboratorium Kadar Air.....	46
Tabel 4.3 Uji Laboratorium Kadar Abu	46
Tabel 4.4 Kerapatan Massa	47
Tabel 4.5 Waktu Pembakaran.....	48
Tabel 4.6 Laju Pembakaran.....	49
Tabel 4.7 Anggaran Biaya Pembuatan Briket	68



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis energi merupakan isu global yang juga menjadi tantangan besar bagi negara kita yaitu Indonesia. Ketergantungan yang tinggi terhadap sumber energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam tidak hanya menyebabkan penurunan cadangan energi yang semasakin menipis, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca yang berdampak buruk terhadap perubahan iklim. Di tengah meningkatnya kebutuhan energi, pemanfaatan energi alternatif yang lebih bersih dan berkelanjutan menjadi urgensi.

Salah satu potensi energi alternatif adalah biomassa, biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun limbah (Parinduri & Parinduri, 2020). Bentuk pemanfaatan energi dari biomassa padat yang mulai banyak dikembangkan adalah biobriket. Biobriket merupakan bahan bakar alternatif berbentuk padat yang dibuat dari limbah biomassa, seperti limbah pertanian (Hakim et al., 2023).

Adapun bahan yang berpotensi tinggi namun belum banyak dimanfaatkan adalah limbah kulit singkong. Kulit singkong merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses pengupasan umbi singkong, selama ini memiliki karakteristik fisik yang mendukung pembentukan biobriket, yakni kandungan kadar air dan kadar abu yang rendah. Karakteristik ini menunjukkan bahwa kulit singkong berpotensi menghasilkan nilai kalor tinggi dan efisiensi pembakaran yang baik, dua aspek penting dalam bahan bakar alternatif.

Penelitian ini mengambil contoh langsung dari Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri, sebuah usaha lokal yang memproduksi makanan tradisional berbahan dasar singkong. Berdasarkan hasil observasi, pabrik ini masih menggunakan kayu bakar sebagai sumber energi utama dalam proses produksinya. Padahal, pabrik tersebut menghasilkan limbah kulit singkong dalam jumlah yang cukup besar, yakni kurang lebih 250 kg per hari. Selama ini, limbah tersebut hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak pribadi atau dijual kepada peternak lain dengan harga yang relatif rendah. Melihat kondisi tersebut, penulis menilai terdapat potensi pemanfaatan limbah kulit singkong untuk mengefisiensikan biaya produksi, yakni dengan mengolahnya menjadi bahan bakar alternatif berupa biobriket.

Dalam penelitian ini, limbah kulit singkong akan diolah menjadi biobriket dengan menggunakan perekat tepung tapioka. Variasi persentase perekat digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas biobriket yang dihasilkan. Parameter yang dianalisis meliputi nilai kalor, kadar air, kadar abu, kerapatan massa, serta laju pembakaran. Dengan adanya variasi tersebut, diharapkan dapat diperoleh komposisi perekat yang menghasilkan kualitas briket yang optimal.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh variasi persentase perekat terhadap karakteristik biobriket berbahan baku kulit singkong. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan energi alternatif berbasis limbah lokal, serta memberikan kontribusi dalam upaya efisiensi energi dan pengurangan limbah di industri kecil.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi persentase perekat tapioka terhadap nilai kalor, kadar air, kadar abu, kerapatan, waktu pembakaran, dan laju pembakaran briket kulit singkong?
2. Berapakah persentase perekat yang menghasilkan kualitas briket terbaik berdasarkan parameter pengujian tersebut dan mengacu pada standar SNI?
3. Bagaimana nilai ekonomis penggunaan briket kulit singkong sebagai bahan bakar dibandingkan dengan kayu bakar pada industri opak?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh variasi persentase perekat tapioka terhadap nilai kalor, kadar air, kadar abu, kerapatan, waktu pembakaran, dan laju pembakaran briket kulit singkong.
2. Menentukan persentase perekat yang menghasilkan kualitas briket terbaik berdasarkan parameter pengujian.
3. Menganalisis nilai ekonomis penggunaan briket kulit singkong sebagai bahan bakar alternatif dibandingkan dengan kayu bakar pada industri opak.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan jelas ruang lingkupnya, maka batasan masalah yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Biobriket yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan perekat tepung tapioka.
2. Pengujian yang dilakukan hanya pada produk biobriket yang telah melalui proses karbonisasi, sehingga tidak mencakup pengujian pembakaran langsung bahan baku seperti kulit singkong atau biomassa lainnya tanpa proses pengolahan.
3. Analisis ekonomis dalam penelitian ini dibatasi pada perhitungan potensi penghematan biaya operasional pabrik jika menggunakan biobriket kulit singkong dibandingkan dengan kayu bakar konvensional.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak yakni:

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menerapkan konsep-konsep konversi energi dan pengelolaan limbah dalam penyusunan karya ilmiah yang sistematis dan terstruktur.

2. Bagi Perusahaan

Penelitian ini memberikan rekomendasi praktis bagi Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri dalam memanfaatkan limbah kulit singkong sebagai biobriket,

sehingga dapat mengurangi penggunaan kayu bakar, menekan biaya produksi, dan mendukung upaya pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

3. Bagi Universitas

Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan referensi dan dasar bagi pengembangan penelitian selanjutnya di bidang energi alternatif dan pengelolaan limbah pada tingkat akademik.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan digunakan untuk mempermudah pemahaman penelitian. Dalam laporan ini, sistematika penulisan terdiri dari lima bab. Masing-masing dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang yang menjelaskan alasan dilakukannya penelitian tentang pemanfaatan limbah kulit singkong menjadi biobriket sebagai bahan bakar alternatif. Rumusan masalah disajikan untuk mengarahkan fokus penelitian, disertai dengan tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, batasan masalah untuk memperjelas ruang lingkup studi, serta sistematika penulisan sebagai panduan isi keseluruhan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas kajian teori dan referensi yang relevan dengan topik penelitian, seperti teori mengenai limbah pertanian, energi alternatif, karakteristik biobriket, proses pembakaran, serta studi-studi terdahulu yang mendukung.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk lokasi dan waktu penelitian, jenis data, teknik pengumpulan dan analisis data, serta prosedur simulasi pembakaran sederhana. Di dalamnya juga dijelaskan langkah-langkah perhitungan nilai kalor dari biobriket yang dihasilkan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh, seperti nilai kalor biobriket dari limbah kulit singkong dan hasil simulasi pembakarannya. Selanjutnya, dilakukan pembahasan terhadap temuan tersebut, yang dikaitkan dengan teori atau studi sebelumnya untuk melihat efektivitasnya sebagai bahan bakar alternatif.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian sesuai dengan rumusan masalah. Selain itu, juga disampaikan saran-saran yang dapat berguna bagi pengembangan penelitian selanjutnya maupun bagi pihak-pihak yang berkepentingan dalam pemanfaatan limbah menjadi energi alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka berisikan perihal sumber yang digunakan pada penelitian yang meliputi jurnal, buku, maupun sumber lainnya.

LAMPIRAN

Lampiran berisikan dokumentasi kegiatan penelitian, proses yang dilakukan pada saat pembuatan briket, serta hasil uji laboratorium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Lingkungan Industri

Sistem lingkungan industri merupakan suatu kerangka kerja yang menggambarkan bagaimana interaksi dan hubungan antara berbagai komponen dalam kegiatan industri berlangsung dengan lingkungannya. Sistem ini mencakup dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan, serta melibatkan pergerakan bahan, energi, dan informasi antar komponen yang saling memengaruhi. Dalam sistem ini, setiap keputusan atau tindakan yang diambil pada satu elemen dapat menimbulkan dampak terhadap elemen lainnya.

Selain itu, sistem lingkungan industri juga melibatkan kegiatan pemantauan, pengukuran, serta evaluasi terhadap dampak lingkungan yang ditimbulkan dari aktivitas industri. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk menekan efek negatif terhadap lingkungan dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya secara efisien, bertanggung jawab, dan berkelanjutan. Dengan pemahaman yang baik mengenai sistem ini, perusahaan atau organisasi dapat merancang strategi serta praktik operasional yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan mendukung keberlanjutan jangka Panjang.

Sistem lingkungan industri mencakup berbagai elemen yang saling terhubung dan berperan dalam mendukung jalannya kegiatan industri dengan mempertimbangkan keseimbangan antara aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan (Destriana et al., 2023). Pemahaman menyeluruh terhadap komponen-komponen ini menjadi sangat penting agar potensi dampak negatif terhadap lingkungan dapat

diidentifikasi sedini mungkin serta dirumuskan strategi pengelolaan yang efektif dan berkelanjutan. Adapun komponen utama dalam sistem lingkungan industri adalah sebagai berikut:

1. Bahan Baku
2. Produk dan Layanan
3. Energi
4. Limbah dan Emisi
5. Pemangku Kepentingan (*Stakeholder*)

Salah satu isu penting dalam sistem lingkungan industri adalah pengelolaan limbah yang dihasilkan dari proses produksi. Pada sektor industri berbasis pertanian, limbah organik seperti sisa hasil panen, kulit umbi-umbian, dan limbah olahan pangan menjadi perhatian utama karena jumlahnya yang besar dan seringkali belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, pada subbab selanjutnya akan dibahas lebih lanjut mengenai limbah pertanian, khususnya yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan.

2.2 Limbah Kulit Singkong sebagai Limbah Pertanian

Singkong (*Manihot utilissima Pohl*) merupakan salah satu tanaman tropis yang paling berguna dan secara luas dimanfaatkan sebagai sumber kalori yang murah. Kulit singkong adalah limbah yang dihasilkan dari proses pengupasan umbi singkong dalam pengolahan produk pangan berbasis singkong. Ketersediaan limbah ini sangat bergantung pada tingkat produksi tanaman singkong di Indonesia.

Kulit singkong terdapat pada setiap umbi dan jumlahnya mencapai sekitar 16% dari total berat umbi.

Selain itu, kulit singkong diketahui sebagai salah satu sumber selulosa alami yang melimpah dan murah. Selulosa adalah polimer alami yang terdapat pada dinding sel tumbuhan dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai produk seperti kertas, tekstil, hingga arang. Kandungan selulosa pada kulit singkong cukup tinggi, berkisar antara 80–85% dari total berat kulit (Autar, 2023).



Gambar 2.1 Tampilan Limbah Kulit Singkong
Sumber : (Fitriyano et al., 2024)

Umbi singkong terdiri dari beberapa bagian, yaitu kulit luar dan kotoran sekitar 0,5% hingga 2%, kulit dalam sekitar 8% hingga 15%, serta bagian terbesar berupa daging umbi yang mencapai sekitar 80% dari total berat umbi (Firdaus & Octavianus, 2021). Melimpahnya limbah kulit singkong ini membuka peluang pemanfaatan dalam bentuk energi alternatif. Karakteristik kadar air dan kadar abu yang rendah menandakan bahwa kulit singkong berpotensi menghasilkan nilai kalor yang baik setelah melalui proses karbonisasi, sehingga cocok dijadikan bahan bakar padat seperti biobriket.

Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai bahan bakar alternatif tidak hanya mendukung upaya pengelolaan limbah pertanian, tetapi juga berkontribusi

terhadap pengurangan penggunaan kayu bakar dan bahan bakar fosil. Dengan demikian, pengolahan limbah kulit singkong menjadi biobriket dapat menjadi solusi yang lebih ramah lingkungan serta mendukung pengembangan energi terbarukan berbasis biomass

2.3 Energi Terbarukan

Energi terbarukan merupakan jenis energi yang terbentuk melalui proses alami yang berlangsung terus-menerus, sehingga ketersediaannya relatif tidak terbatas dan tidak akan habis. Beberapa contoh energi terbarukan meliputi energi surya, biomassa, angin, tenaga air, panas bumi, serta energi dari gelombang laut dan sumber alami lainnya (Fitriani et al., 2024). Berikut ini merupakan tabel perbandingan energi tak terbarukan dan energi terbarukan :

Tabel 2.1 Perbandingan Penggunaan Energi Fosil dengan Terbarukan

No	Sumber Energi	Jenis	Jumlah (EJ)	Persentase
1	Minyak bumi	Fosil	190,69	31,6 %
2	Gas alam	Fosil	141,89	23,5%
3	Batu bara	Fosil	161,47	26,7%
4	Nuklir	Fosil	24,13	4,0%
5	Hidro	Terbarukan	40,68	6,7%
6	Terbarukan lainnya	Terbarukan	45,18	7,5%

Sumber : (Fitriyano et al., 2024)

Dari data tersebut, terlihat bahwa dominasi energi dunia masih dipegang oleh bahan bakar fosil. Padahal, sumber daya ini tidak hanya terbatas, tetapi juga memberikan dampak besar terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Hal ini mendorong perlunya peralihan secara bertahap ke sumber energi yang lebih ramah lingkungan (Fitriyano et al., 2024).

Namun, Meski pemerintah telah mendorong penggunaan energi baru terbarukan (EBT), laju transisinya masih tergolong lambat. Berdasarkan data dari

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, pada tahun 2025 bauran EBT di Indonesia diperkirakan hanya mencapai sekitar 16%, masih di bawah target nasional sebesar 17–19%. Capaian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan energi terbarukan belum berjalan secara optimal dan perlu didorong lebih serius.

Peralihan ke energi terbarukan menghadapi berbagai tantangan, mulai dari kebutuhan investasi besar, teknologi penyimpanan energi yang belum optimal, hingga ketidakstabilan pasokan akibat cuaca. Secara ekonomi, biaya awal yang tinggi dan subsidi bahan bakar fosil membuat energi bersih kurang kompetitif. Dari sisi regulasi, kebijakan yang belum konsisten dan harmonis memperlambat perkembangan. Selain itu, resistensi masyarakat terhadap perubahan, serta potensi dampak lingkungan dan persaingan lahan juga perlu diperhatikan dalam proses transisi ini.

2.4 Konversi Biomassa

Biomassa dapat dikonversi menjadi energi melalui berbagai metode, salah satunya adalah dengan mengolahnya menjadi biobriket. Biobriket merupakan bahan bakar padat yang dibuat dari limbah biomassa melalui proses pemadatan, sehingga memiliki nilai kalor tinggi dan ramah lingkungan. Dibandingkan metode konversi biomassa lain seperti pembakaran langsung, gasifikasi, atau pirolisis, pembuatan biobriket lebih sederhana dan cocok diterapkan pada skala rumah tangga atau industri kecil.

2.4.1 Biobriket

Bioriket merupakan salah satu bentuk bahan bakar alternatif yang dihasilkan melalui proses pengepresan bahan tertentu dengan tekanan yang sesuai, sehingga menghasilkan padatan yang memiliki nilai kalor cukup tinggi. Umumnya, bahan dasar pembuatan briket berasal dari arang biomassa seperti serbuk gergaji, bonggol jagung, dan batok kelapa. Bahan bakar jenis ini dikenal ekonomis dan ramah lingkungan, serta menjadi solusi potensial dalam mengatasi permasalahan limbah pertanian yang berlimpah dan berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca (Wahyudi et al., 2022).

Mutu dan kualitas biobriket sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan komposisi perekat yang digunakan. Dalam proses pembuatan briket, bahan perekat seperti tepung tapioka sering ditambahkan guna meningkatkan daya ikat dan kepadatan briket. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan perekat tepung tapioka dengan konsentrasi 7% memberikan hasil terbaik, dengan kadar air sebesar 3,23% dan nilai *shatter index* sebesar 0,18%, yang menunjukkan tingkat kekuatan briket saat mengalami benturan (Tulak et al., 2023).

Dengan memperhatikan standar mutu dan pemilihan bahan baku serta perekat yang tepat, produksi biobriket tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga menjadi solusi berkelanjutan dalam pengelolaan limbah biomassa.

2.5 Uji Kualitas Biobriket

Sebelum suatu produk biobriket dinyatakan layak untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif, diperlukan serangkaian pengujian untuk mengetahui kualitas

dan karakteristiknya. Uji kualitas biobriket bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana briket memenuhi standar teknis yang telah ditetapkan, seperti nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan kekuatan fisik.

Mengacu pada SNI 01-6235-2000, nilai kalor minimum yang disyaratkan untuk biobriket adalah 5000 kal/g, kadar air maksimal 8%, kadar abu maksimal 8%, dan kadar zat mudah menguap maksimal 15%. Sementara itu, dalam standar terbaru SNI 8675:2021, nilai kalor yang direkomendasikan meningkat menjadi 6000 - 6500 kal/g, kadar air $\leq 8\%$, kadar abu $\leq 4\%$, serta kadar zat mudah menguap antara 10 - 17% (Gahana et al., 2025).

Melalui pengujian ini, dapat diketahui apakah biobriket yang dihasilkan mampu bersaing dengan bahan bakar konvensional dalam aspek efisiensi, kestabilan pembakaran, dan dampaknya terhadap lingkungan. Selain itu, hasil uji kualitas juga menjadi dasar penting dalam proses perbaikan formulasi dan pengembangan produk lebih lanjut.

2.5.1 Nilai Kalor

Kalor merupakan bentuk energi yang berkaitan dengan perpindahan panas dari satu benda ke benda lain. Energi ini berpindah karena adanya perbedaan suhu antara dua objek, di mana kalor selalu mengalir dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Perpindahan kalor ini dapat menyebabkan perubahan suhu maupun perubahan bentuk suatu benda. Dengan kata lain, kalor berperan penting dalam proses perubahan energi dan materi dalam berbagai fenomena fisika. Proses perpindahan kalor ini didasari oleh prinsip Hukum Termodinamika I, yang menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau

dimusnahkan, melainkan hanya berubah bentuk atau berpindah tempat (Nurhidayat et al., 2020). Kalor yang diterima oleh air dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = m \times c \times \Delta T \quad (1)$$

Keterangan :

Q : Kalor bahan bakar (J)

c : Kalor Jenis (J/gr °C)

m : Massa Bahan Bakar (gr)

T : Perbedaan Suhu (°C)

Nilai kalor yang tinggi menunjukkan potensi energi yang besar, sehingga dapat dijadikan indikator efisiensi dan efektivitas briket dalam penggunaannya sebagai sumber energi terbarukan.

2.5.2 Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung di dalam suatu material. Dalam konteks biobriket, analisis kadar air umumnya difokuskan pada uap air bebas (*free moisture*), yaitu kandungan air yang tidak terikat secara kimia dan dapat diuapkan melalui proses pengeringan (Autar, 2023). Secara umum, kadar air dalam briket dibedakan menjadi dua jenis:

1. *Free Moisture* (Uap Air Bebas)

Merupakan air yang tidak terikat dalam struktur bahan dan dapat hilang melalui pengeringan alami seperti *air drying*. Kandungan ini perlu diperhatikan dalam proses penanganan dan persiapan bahan bakar karena dapat memengaruhi efisiensi pembakaran serta performa peralatan seperti *coal handling* dan sistem *preparation*.

2. *Inherent Moisture (Uap Air Terikat)*

Adalah air yang tersimpan di dalam struktur internal bahan dan tidak mudah menguap. Untuk mengukur kandungan ini, diperlukan pemanasan pada suhu antara 104–110 °C selama kurang lebih satu jam agar air terikat tersebut dapat dilepaskan.

Perhitungan kadar air dapat ditulis menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

- m_1 : Bobot cawan kosong
 m_2 : Bobot cawan + sampel
 m_3 : Bobot cawan + setelah di oven

Tingginya kadar air dalam briket dapat berdampak negatif terhadap efisiensi pembakaran. Hal ini dikarenakan energi panas yang dihasilkan akan digunakan terlebih dahulu untuk menguapkan air yang terkandung, sehingga menurunkan nilai kalor efektif dari briket. Selain itu, kadar air yang tinggi juga memperlambat proses penyalaan awal dan memperpanjang waktu pengeringan yang dibutuhkan selama produksi.

2.5.3 Kadar Abu

Abu merupakan residu yang tersisa setelah proses pembakaran selesai. Dalam konteks ini, abu yang dimaksud adalah sisa pembakaran dari biobriket. Komponen abu umumnya terdiri atas berbagai mineral seperti lempung, silika, kalsium, magnesium oksida, dan senyawa anorganik lainnya. Di antara komponen tersebut, silika menjadi unsur dominan dalam abu. Kehadiran silika dalam jumlah

tinggi cenderung berdampak negatif terhadap nilai kalor briket, karena tidak berkontribusi terhadap pembentukan energi panas saat proses pembakaran berlangsung.

Hasil pengujian terhadap sampel biobriket menunjukkan bahwa peningkatan proporsi limbah kulit singkong bagian luar berbanding lurus dengan kenaikan kadar abu yang dihasilkan. Limbah yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sisa proses produksi di industri tapioka, di mana kulit singkong bagian luarnya langsung dimanfaatkan tanpa melalui proses pembersihan terlebih dahulu. Akibatnya, limbah tersebut masih mengandung kontaminan seperti tanah, pasir, kerikil, dan berbagai kotoran lainnya. Kandungan kotoran anorganik inilah yang menyebabkan tingginya kadar abu dalam briket. Kadar abu yang tinggi berdampak negatif terhadap nilai kalor karena tidak menghasilkan panas saat proses pembakaran berlangsung (Setyono & Yayok Suryo Purnomo, 2022). Oleh karena itu, untuk meningkatkan nilai kalor biobriket, diperlukan perlakuan awal terhadap limbah kulit singkong, seperti proses pencucian atau pemisahan material non-organik sebelum diolah menjadi briket.

Perhitungan kadar air dapat ditulis menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{m_3 - m_1}{m_2} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

m_1 : Bobot cawan kosong

m_2 : Bobot cawan + sampel

m_3 : Bobot cawan + setelah di oven

Tingginya kadar abu dalam briket dapat berdampak kurang baik terhadap performa pembakaran, karena dapat menyebabkan terbentuknya kerak serta menurunkan mutu dari briket itu sendiri. Hal ini terjadi karena kadar abu yang tinggi

umumnya berbanding terbalik dengan nilai kalor dan laju pembakaran yang optimal. Oleh karena itu, dalam proses pembuatan briket, sangat disarankan agar kandungan abu seminimal mungkin. Berdasarkan hasil pengamatan pada penelitian ini, terlihat bahwa briket dengan kadar abu yang rendah cenderung memiliki kadar air yang rendah pula, sehingga menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi. Dalam hal ini, briket arang berbahan dasar kulit singkong menunjukkan karakteristik kualitas yang baik karena memiliki kadar abu yang relatif rendah.

2.5.4 Kerapatan Massa

Kerapatan atau densitas merupakan salah satu sifat fisik suatu material yang menunjukkan perbandingan antara massa terhadap volumenya. Nilai kerapatan ini mencerminkan massa murni dari bahan tersebut tanpa memperhitungkan keberadaan pori-pori di dalamnya. penentuan kerapatan briket yaitu dengan cara menimbang briket yang sudah dikeringkan, kemudian dihitung volume briket sesuai dengan bentuknya, dalam penelitian ini volume tabung, setelah itu dihitung kerapatannya.

Adapun rumus perhitungan kerapatan massa adalah sebagai berikut :

$$\text{Kerapatan} = \frac{M}{v} \quad (4)$$

Keterangan :

K : Kerapatan (g/cm)

M : Bobot kering (g)

V : Volume

Melalui pengujian kerapatan ini, dapat diperoleh gambaran tentang seberapa padat struktur briket yang dihasilkan. Kerapatan yang optimal akan berpengaruh

terhadap efisiensi pembakaran, kekuatan mekanik, serta stabilitas penyimpanan biobriket dalam jangka waktu tertentu.

2.5.5 Laju Pembakaran

Laju pembakaran briket mengacu pada kecepatan proses pembakaran hingga briket tersebut benar-benar habis dan menyisakan abu dengan berat tertentu. Perhitungan laju pembakaran briket dilakukan dengan membagi massa awal briket yang dibakar dengan waktu yang dibutuhkan hingga briket tersebut sepenuhnya terbakar atau berubah menjadi abu. Pengujian laju pembakaran briket dilakukan dengan membakar briket di atas nyala api, kemudian waktu pembakaran dicatat sejak awal api mulai menyala hingga bara api benar-benar padam. Setelah proses pembakaran selesai, sisa pembakaran ditimbang menggunakan neraca analitik. Salah satu faktor yang memengaruhi laju pembakaran briket adalah kandungan karbon terikat di dalamnya. Semakin tinggi kadar karbon terikat, maka proses pembakaran biobriket akan berlangsung lebih optimal. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan unsur karbon dalam suatu bahan, yang memungkinkan lebih banyak karbon bereaksi dengan oksigen, sehingga menghasilkan proses pembakaran yang lebih efisien dan optimal.

Semakin panjang waktu pembakaran yang berlangsung, maka semakin baik pula kualitas serta efisiensi dari proses pembakaran tersebut. Briket yang menyala lebih lama dengan nyala api yang stabil menunjukkan performa pembakaran yang lebih optimal. Berdasarkan data hasil penelitian, urutan waktu pembakaran terbaik yang mencerminkan kualitas dan efisiensi tinggi dimulai dari yang terlama yaitu

menggunakan perekat arpus, kemudian diikuti oleh tepung tapioka, sagu, dan terakhir getah karet.

Laju pembakaran dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Laju Pembakaran (g/menit)} = \frac{m}{t} \quad (5)$$

Keterangan :

m : Berat briket (gr)

t : Waktu pembakaran (menit)

Dengan demikian, laju pembakaran menjadi salah satu parameter penting dalam menilai performa biobriket sebagai bahan bakar alternatif. Nilai laju pembakaran yang optimal menunjukkan efisiensi energi yang baik, yang dipengaruhi oleh jenis bahan baku, kadar karbon terikat, serta komposisi perekat yang digunakan dalam proses pembuatan briket.

2.5.6 Waktu Pembakaran

Waktu pembakaran merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kualitas dan efisiensi suatu briket (Anisa et al., 2025). Semakin lama waktu pembakaran suatu briket, maka semakin baik pula kualitas dan efisiensi proses pembakarannya. Briket yang menyala dalam waktu lama dengan nyala api yang stabil menunjukkan performa pembakaran yang optimal. Oleh karena itu, data hasil penelitian mengenai waktu pembakaran dapat digunakan untuk mengurutkan kualitas dan efisiensi masing-masing jenis briket (Mardawati et al., 2023).

Durasi pembakaran juga cenderung meningkat seiring bertambahnya tekanan dalam proses pembentukan briket serta meningkatnya kandungan gambut.

Hal ini disebabkan oleh semakin tingginya tekanan yang membuat partikel-partikel

dalam briket menjadi lebih rapat dan menyatu. Akibatnya, aliran udara ke dalam struktur briket berkurang sehingga proses pembakarannya berlangsung lebih lambat dan lama. Adapun waktu pembakaran dapat diukur sejak briket mulai dibakar hingga seluruhnya habis atau berubah menjadi abu.

2.6 Perekat

Perekat merupakan bahan atau zat yang berfungsi untuk menyatukan dua benda dengan cara membentuk ikatan pada permukaan keduanya (Rifdah et al., 2022). Penggunaan bahan perekat menyebabkan tekanan yang dibutuhkan menjadi lebih rendah dibandingkan dengan briket yang tidak menggunakan perekat. Kehadiran perekat memperkuat ikatan antar partikel, sehingga butiran arang dapat saling menempel dan menyebabkan air terserap dalam pori-pori arang. Perekat digunakan untuk membantu menarik air dan membentuk struktur yang padat, serta menyatukan dua permukaan yang akan disatukan. Dengan adanya perekat, susunan partikel menjadi lebih rapi, teratur, dan padat, sehingga pada saat proses pengepresan, kekuatan tekan dan kualitas briket arang menjadi lebih baik.

Perekat yang umum digunakan dalam pembuatan briket adalah tepung pati seperti tapioka. Jenis perekat ini memiliki keunggulan, salah satunya adalah kebutuhan jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan perekat berbasis hidrokarbon. Selain itu, tapioka merupakan bahan alami yang mudah didapat dan tidak beracun, sehingga aman digunakan. Perekat dari pati seperti tapioka, dekstrin, maupun tepung tapioka juga diketahui menghasilkan briket yang tidak berasap dan memiliki nyala api yang tahan lama saat proses pembakaran. Namun, kelemahan dari perekat tapioka adalah kurang tahan terhadap kelembaban karena sifat

higroskopisnya, yaitu cenderung menyerap air dari udara. Hal ini berbeda dengan molases yang memiliki ketahanan lebih baik terhadap kelembaban. Oleh karena itu, kualitas tepung tapioka sebagai perekat sangat dipengaruhi oleh kadar airnya. Tepung perlu dijemur hingga benar-benar kering untuk menurunkan kadar air dan meningkatkan daya rekatnya sebelum digunakan (Desgira, 2021).

2.7 Metode Eksperimen

Metode eksperimen adalah suatu pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menguji hubungan sebab-akibat antara variabel dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada satu atau lebih variabel bebas, kemudian mengamati pengaruhnya terhadap variabel terikat. Dalam penelitian eksperimen, peneliti memiliki kendali penuh terhadap proses manipulasi variabel dan lingkungan penelitian untuk memastikan bahwa efek yang diamati benar-benar berasal dari perlakuan yang diberikan (Widhi et al., 2021).

Metode eksperimen juga sangat efektif dalam menguji hipotesis secara langsung, karena rancangan eksperimen memungkinkan adanya perbandingan antara kelompok eksperimen (yang menerima perlakuan) dan kelompok kontrol (yang tidak menerima perlakuan). Hal ini menjadikan metode ini relevan untuk penelitian-penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas suatu metode, teknologi, kebijakan, atau perlakuan tertentu dalam konteks industri, pendidikan, maupun sosial. Metode eksperimen banyak digunakan dalam bidang teknik, psikologi, pendidikan, dan ilmu-ilmu sosial lainnya yang memerlukan bukti empiris dari suatu hubungan sebab-akibat.

2.8 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel memegang peran penting dalam sebuah penelitian karena berfungsi untuk menentukan bagian dari populasi yang akan digunakan sebagai sampel. Oleh sebab itu, dalam penyusunan rancangan penelitian, teknik pengambilan sampel perlu dijelaskan secara rinci dan jelas agar pelaksanaannya di lapangan tidak menimbulkan kebingungan atau penafsiran yang berbeda (Sulistiyowati, 2023).

Sampel merupakan bagian dari populasi yang dapat mewakili keseluruhan dan dapat diukur secara kuantitatif. Dalam penelitian ini digunakan teknik sampling jenuh atau sensus, yaitu metode yang melibatkan seluruh anggota populasi sebagai sampel penelitian. Teknik ini dipilih karena jumlah populasi yang tergolong kecil, yakni kurang dari 100 orang, serta adanya keinginan untuk memperoleh hasil yang bersifat generalisasi dengan tingkat kesalahan yang minimal (Lubis, 2024).

2.9 Pengertian *Statistical Product and Services Solution* (SPSS)

SPSS merupakan perangkat lunak statistik yang dirancang untuk membantu proses analisis data secara komprehensif. Aplikasi ini dilengkapi dengan fitur analisis statistik lanjutan serta sistem pengelolaan data yang dapat disajikan dalam bentuk deskriptif yang mudah dipahami. Awalnya, SPSS digunakan dalam penelitian bidang ilmu sosial. Namun, seiring waktu, fungsinya berkembang dan kini digunakan secara luas di berbagai bidang, termasuk industri manufaktur, penelitian ilmiah, dan aktivitas lainnya (Diaz, 2020).

2.10 *Analysis Of Variances (ANOVA)*

Analisis varians merupakan suatu metode statistik yang digunakan untuk menganalisis data dari beberapa variabel guna membedakan cara pengumpulan atau pendekatan studi yang digunakan. Teknik ini umum diterapkan dalam penelitian ilmiah, khususnya ketika dilakukan perbandingan antar beberapa kelompok sampel yang saling independen. Dalam penerapannya, variabel terikat dibandingkan berdasarkan kelompok yang diamati. Umumnya, analisis varians digunakan dalam jenis penelitian survei maupun eksperimen (Lubis, 2024).

ANOVA digunakan untuk menguji hipotesis mengenai perbedaan rata-rata suatu variabel kriterium yang melibatkan lebih dari dua kelompok atau sampel. Penggunaan ANOVA dapat diterapkan baik pada penelitian eksperimen dengan rancangan seperti *simple randomized design* dan *group-within treatment design*, maupun pada penelitian *ex post facto* atau *causal-comparative*. Inti dari analisis ini bukan semata-mata pada pengujian perbedaan nilai rata-rata, melainkan pada pengujian perbedaan varians antar kelompok (Amanda et al., 2022).

Dalam penelitian ini, analisis varian yang digunakan adalah ANOVA satu arah, karena hanya melibatkan satu faktor bebas yang memengaruhi variabel terikat. Penjelasan lebih lanjut mengenai ANOVA satu arah akan dipaparkan pada subbab berikut.

2.10.1 *One Way ANOVA*

Analisis varians satu arah (*one-way ANOVA*) adalah salah satu metode statistik yang digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata dari dua kelompok atau lebih berdasarkan satu faktor atau variabel bebas. Metode ini memungkinkan

peneliti untuk mengetahui apakah suatu perlakuan atau kategori memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel yang diamati. Esensi utama dari ANOVA bukan hanya pada perbedaan nilai rata-rata, tetapi pada pengujian perbedaan varians antar kelompok, yang menunjukkan apakah variasi antar perlakuan lebih besar dibandingkan variasi dalam kelompok (Gunawan, n.d.).

One-way ANOVA sering digunakan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai metode pembelajaran, menguji strategi pemasaran, atau membandingkan performa mesin berdasarkan jenis bahan bakar. Teknik ini ideal ketika penelitian hanya fokus pada satu faktor utama terhadap satu variabel hasil.

Pengujian signifikansi perbedaan variabel dependen dalam dua atau lebih dari dua kategori, kelompok, atau level perlakuan variabel independen menggunakan uji F dengan rumus sebagai berikut (Mashuri, 2023) :

$$F = \frac{SM_{antar}}{SM_{dalam}} \quad (6)$$

Dalam rumus (6) di atas, SM_{antar} adalah rata-rata kuadrat antar kelompok (*between-groups mean square*), sementara SM_{dalam} adalah rata-rata kuadrat dalam kelompok (*within-groups mean square*).

Selanjutnya rata-rata kuadrat antar kelompok (SM_{antar}) dan rata-rata kuadrat dalam-kelompok (SM_{dalam}) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SM_{antar} = \frac{SS_{antar}}{db_{antar}} \quad (7)$$

$$SM_{dalam} = \frac{SS_{dalam}}{db_{dalam}}$$

Dalam rumus (7) di atas, SS_{antar} menunjukkan jumlah kuadrat antar kelompok (*between-groups sum of squares*), sementara SS_{dalam} adalah jumlah kuadrat dalam-kelompok (*within-groups sum of squares*). Sementara itu Derajat

bebas antar kelompok (db_{antar}) diperoleh dari jumlah kelompok, kategori, atau tingkat perlakuan independen yang dilambangkan dengan k , kemudian dikurangi satu, sehingga $db_{\text{antar}} = k - 1$. Sementara itu, derajat bebas dalam kelompok (db_{dalam}) dihitung dari total seluruh subjek atau responden (N_{total}) dikurangi jumlah kelompok (k), sehingga $db_{\text{dalam}} = N_{\text{total}} - k$.

Rumus untuk menghitung jumlah kuadrat meliputi jumlah kuadrat total (SS_{total}), jumlah kuadrat antar kelompok (SS_{antar}), dan jumlah kuadrat dalam kelompok (SS_{dalam}), yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{total}} &= \sum X_{\text{total}}^2 - \frac{(\sum X_{\text{total}})^2}{N_{\text{total}}} \\
 SS_{\text{antar}} &= \frac{(\sum X_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{n_2} + \dots + \frac{(\sum X_k)^2}{n_k} - \frac{(\sum X_{\text{total}})^2}{n_{\text{total}}} \\
 SS_{\text{antar}} &= \sum \left[\frac{(X_k)^2}{N_k} \right] - \frac{(\sum X_{\text{total}})^2}{N_{\text{total}}} \\
 SS_{\text{dalam}} &= SS_{\text{total}} - SS_{\text{antar}}
 \end{aligned} \tag{8}$$

Pada rumus (8), $\sum X_{\text{total}}$ menunjukkan jumlah keseluruhan skor dari seluruh subjek penelitian, sedangkan $\sum X_k$ merupakan total skor pada masing-masing kelompok, kategori, atau tingkat perlakuan. Sementara itu, n_k menyatakan jumlah subjek pada setiap kelompok, kategori, atau tingkat perlakuan.

Berdasarkan hasil perhitungan dari ketiga jenis jumlah kuadrat tersebut, selanjutnya rumus-rumus uji perbedaan *between-subjects one-way ANOVA* dapat dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel 2.2 Rumus ANOVA

Sumber Variasi	Derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (SS)	Mean Kuadrat (MS)	F _{hitung}	F _{tabel} & Sig
Antar kelompok	k-1	$SS_{antar} = \sum \left[\frac{(X_k)^2}{N_k} \right] - \frac{(\sum X_{total})^2}{N_{total}}$	$SM_{antar} = \frac{SS_{antar}}{db_{antar}}$	$F = \frac{SM_{antar}}{SM_{dalam}}$	$F_{hitung} > F_{tabel} = H_a$ diterima; $F_{hitung} < F_{tabel} = H_0$ ditolak;
Dalam kelompok	N _{total} - k	$SS_{dalam} = SS_{total} - SS_{antar}$	$SM_{dalam} = \frac{SS_{dalam}}{db_{dalam}}$		
Total	N _{total} - 1	$SS_{total} = \sum X_{total}^2 - \frac{(\sum X_{total})^2}{N_{total}}$			

Sumber : (Mashuri, 2023)

Dalam pengujian ANOVA, interpretasi hasil didasarkan pada nilai signifikansi (*p-value*). Apabila nilai *p-value* < 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Sebaliknya, jika *p-value* ≥ 0,05, maka tidak terdapat perbedaan signifikan dan H_0 diterima (Nugroho et al., 2024). Namun, ANOVA hanya memberikan informasi bahwa terdapat perbedaan signifikan secara umum tanpa menunjukkan kelompok mana yang berbeda secara spesifik. Oleh karena itu, diperlukan uji lanjutan (*post hoc test*) untuk mengidentifikasi pasangan kelompok yang berbeda nyata.

Salah satu uji lanjutan yang umum digunakan adalah uji Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*). Uji ini digunakan untuk membandingkan seluruh pasangan rata-rata perlakuan dan menentukan apakah perbedaan antar kelompok

tersebut signifikan secara statistik. Dalam uji Tukey HSD, kriteria pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut (Susilawati et al., 2024):

1. Jika nilai $|\mu_i - \mu_j| < \text{HSD}$ pada $\alpha = 0,05$, maka H_0 diterima (tidak berbeda nyata)
2. Jika nilai $|\mu_i - \mu_j| > \text{HSD}$ pada $\alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak (berbeda nyata)

Dengan demikian, uji Tukey HSD memberikan informasi yang lebih detail mengenai kelompok-kelompok mana saja yang memiliki perbedaan signifikan setelah dilakukan uji ANOVA.

Dalam penelitian ini, ANOVA satu arah digunakan untuk menganalisis pengaruh variasi jumlah perekat tepung tapioka terhadap kualitas biobriket yang dihasilkan dari limbah kulit singkong. Karena penelitian hanya melibatkan satu variabel bebas (jumlah perekat) dan bertujuan membandingkan hasil dari beberapa perlakuan, maka pendekatan ANOVA satu arah dianggap paling sesuai untuk menguji signifikansi perbedaan antar kelompok perlakuan dalam variabel-variabel seperti kadar air, kadar abu, nilai kalor, kerapatan massa, waktu pembakaran, dan laju pembakaran briket. Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan, maka dilanjutkan dengan uji Tukey HSD untuk mengetahui pasangan perlakuan mana yang berbeda nyata.

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya bertujuan untuk memberikan referensi bagi peneliti dan membantu peneliti dalam menghindari kesamaan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, peneliti mencantumkan hasil-hasil dari penelitian sebelumnya.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
(Puri et al., 2022)	BIOBRIKET LIMBAH KULIT SINGKONG (<i>Manihot esculenta</i>), INOVASI SUMBER ENERGI ALTERNATIF DI WONOGIRI	Eksperimen	Limbah kulit singkong dimanfaatkan sebagai bahan baku biobriket bernilai ekonomis. Biobriket dengan perekat tepung tapioka memiliki laju pembakaran tertinggi (0,0084 gram/sekon) dan kadar abu terendah (6,43%) sesuai standar SNI ($\leq 8\%$), sehingga layak dijadikan energi alternatif di Wonogiri.
(Kartini et al., 2024)	Diseminasi Pengolahan Limbah Kulit Singkong dan Kotoran Sapi Sebagai Bahan Bakar Alternatif di Desa Kemuning Lor Jember Audiananti	Deskriptif kualitatif, pre-test & post-test	Sosialisasi dan pelatihan biobriket meningkatkan pengetahuan masyarakat dari 18,2% menjadi 63,6%. Biobriket dari limbah organik dinilai efektif sebagai energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan.
(Styani, 2023)	Pemanfaatan Limbah Biomassa Kulit Singkong, Talas dan Sludge Limbah Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Briket	Eksperimen (uji kadar air, abu, nilai kalor, uji kualitas briket)	Briket dalam penelitian ini menghasilkan kadar air 7,28%, kadar abu 28,35%, dan nilai kalor 5.499,50 kal/g. Meskipun kadar abu tinggi, kadar air dan kalor telah memenuhi standar SNI 2000, sehingga berpotensi menjadi bahan bakar alternatif.

Penelitian yang sedang dilakukan berjudul "Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong sebagai Briket untuk Bahan Bakar Alternatif pada Proses Produksi Opak (Studi Kasus: Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri)". Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen, di mana pengujian dilakukan terhadap briket yang dihasilkan dari limbah kulit singkong dengan variasi kadar perekat tepung tapioka.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan solusi bagi Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri dalam mengelola limbah kulit singkong yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah tersebut diolah menjadi briket sebagai bahan bakar alternatif yang dapat digunakan dalam proses produksi opak, menggantikan kayu bakar yang selama ini digunakan.

Pengujian dilakukan terhadap beberapa parameter kualitas, yaitu nilai kalor, kadar air, kadar abu, kekuatan tekan, dan laju pembakaran. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah kulit singkong menjadi briket tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga ekonomis serta berpotensi meningkatkan efisiensi energi dalam proses produksi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Penelitian ini dilakukan untuk melihat secara langsung pengaruh variasi bahan terhadap kualitas biobriket yang dihasilkan

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

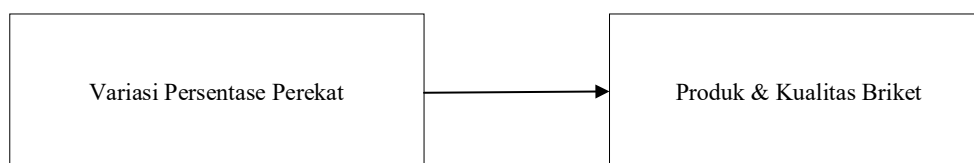
Pada saat proses penyusunan untuk penelitian ini, penulis melakukan penelitian di salah satu pabrik industri yaitu Pabrik Opak Sunjaya Mandiri yang terletak di Jl. Aman Abadi, Namorih, Kec. Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20353. Pengujian kualitas biobriket dilaksanakan di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Medan. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus - September 2025.

3.3 Objek Penelitian

Objek utama dalam penelitian ini adalah limbah kulit singkong yang berasal dari proses produksi opak di Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri. Limbah ini dipilih karena ketersediaannya yang melimpah setiap hari, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Dalam penelitian ini, kulit singkong diolah menjadi biobriket dan dianalisis karakteristiknya sebagai bahan bakar alternatif.

3.4 Kerangka Konseptual

Berikut ini merupakan kerangka konseptual yang digunakan untuk penelitian ini :



Gambar 3.1 Kerangka Konseptual

Definisi Operasional:

1. Variasi Persentase Perekat

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah persentase penggunaan perekat tepung tapioka dalam pembuatan biobriket kulit singkong. Persentase perekat dihitung berdasarkan perbandingan berat perekat terhadap total campuran bahan briket, dengan variasi sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20%. Variabel ini berfungsi untuk mengetahui pengaruh perubahan jumlah perekat terhadap karakteristik briket yang dihasilkan.

2. Produk dan Kualitas Briket

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kualitas biobriket yang dihasilkan, yang diukur melalui beberapa parameter sebagai berikut:

A. Nilai kalor (kal/g atau kkal/kg)

Menunjukkan jumlah energi panas yang dihasilkan saat briket dibakar.

Semakin tinggi nilai kalor, semakin baik kualitas briket sebagai bahan bakar.

B. Kadar air (%)

Menunjukkan kandungan air dalam briket. Kadar air yang rendah akan mempermudah proses pembakaran dan meningkatkan efisiensi energi.

C. Kadar abu (%)

Menunjukkan sisa pembakaran yang tidak terbakar. Semakin rendah kadar abu, semakin baik kualitas briket karena sedikit menghasilkan residu.

D. Kerapatan massa (g/cm^3)

Menunjukkan tingkat kepadatan briket yang diperoleh dari perbandingan massa terhadap volume. Kerapatan yang baik akan mempengaruhi kekuatan dan kestabilan pembakaran.

E. Waktu pembakaran (menit)

Menunjukkan lamanya briket terbakar hingga habis. Waktu pembakaran yang lebih lama menunjukkan briket memiliki daya tahan yang baik.

F. Laju pembakaran (g/menit)

Menunjukkan kecepatan briket terbakar, Laju pembakaran yang stabil menunjukkan kualitas pembakaran yang baik.

Dengan adanya parameter-parameter tersebut, kualitas briket dapat dianalisis secara menyeluruh untuk mengetahui pengaruh variasi persentase perekat serta menentukan komposisi terbaik yang menghasilkan performa optimal.

3.5 Hipotesis

Dalam penelitian ini, penulis merumuskan hipotesis sebagai berikut:

1. H_0 (Hipotesis Nol):

Tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari variasi komposisi perekat terhadap kualitas biobriket kulit singkong, yang ditinjau dari kadar air, kadar abu, nilai kalor, kerapatan massa, laju pembakaran, dan waktu pembakaran.

2. H_a (Hipotesis Alternatif):

Terdapat pengaruh yang signifikan dari variasi komposisi perekat tapioka terhadap kualitas biobriket kulit singkong, yang ditinjau dari kadar air, kadar abu, nilai kalor, kerapatan massa, laju pembakaran, dan waktu pembakaran.

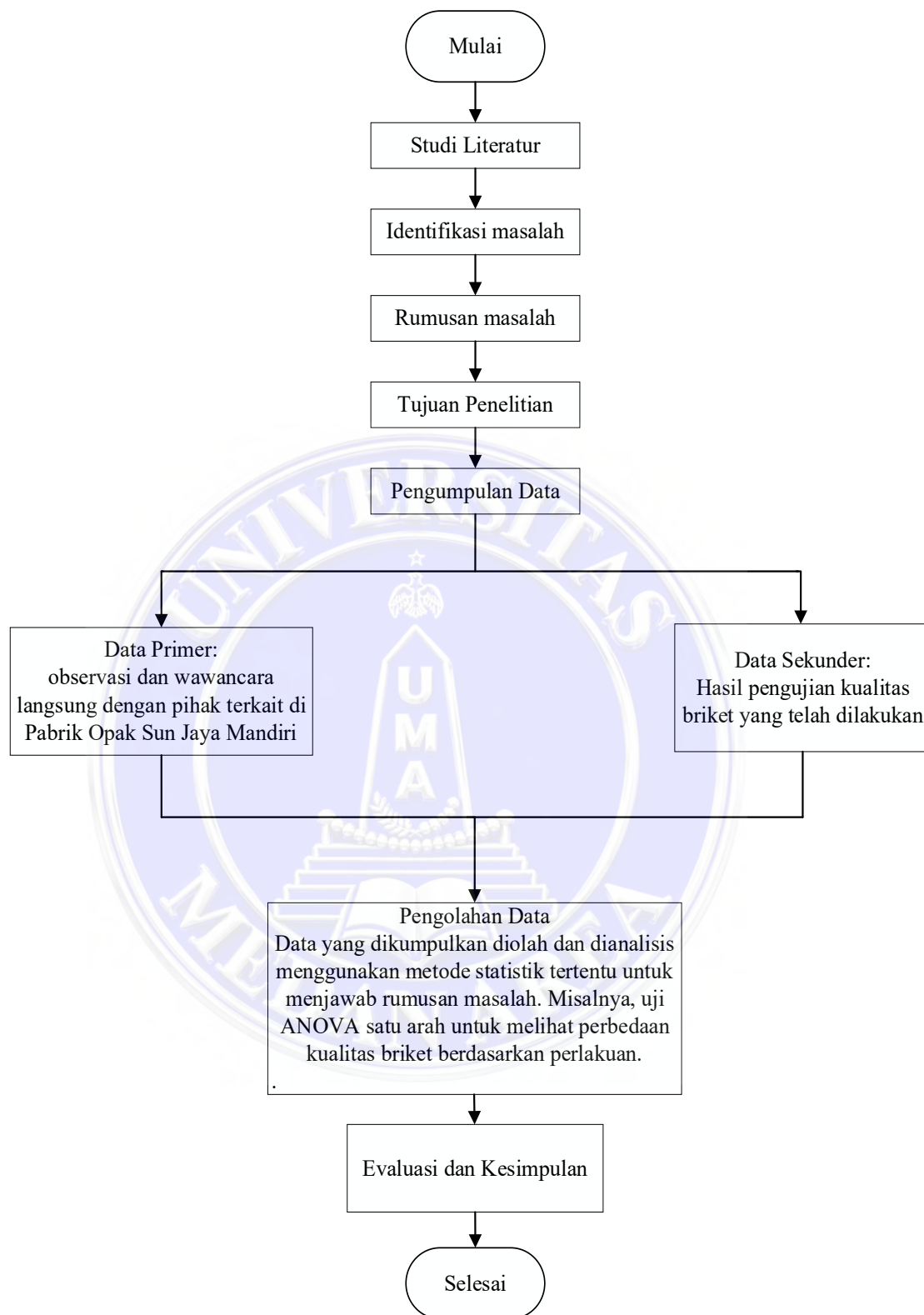
Adapun Interpretasi Data untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi perekat terhadap variabel-variabel terikat seperti kadar air, kadar abu, nilai kalor, kerapatan massa, laju pembakaran, dan waktu pembakaran, digunakan uji statistik ANOVA satu arah (*One Way ANOVA*).

Hasil dari uji ANOVA akan menghasilkan nilai signifikansi (*Sig./p-value*) untuk masing-masing variabel. Jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari variasi komposisi perekat terhadap variabel kualitas briket yang diuji. Sebaliknya, jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka variasi tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap kualitas briket.

Interpretasi ini penting dalam menentukan apakah komposisi perekat memiliki kontribusi nyata terhadap performa biobriket yang dihasilkan, serta membantu dalam memilih formulasi yang paling optimal.

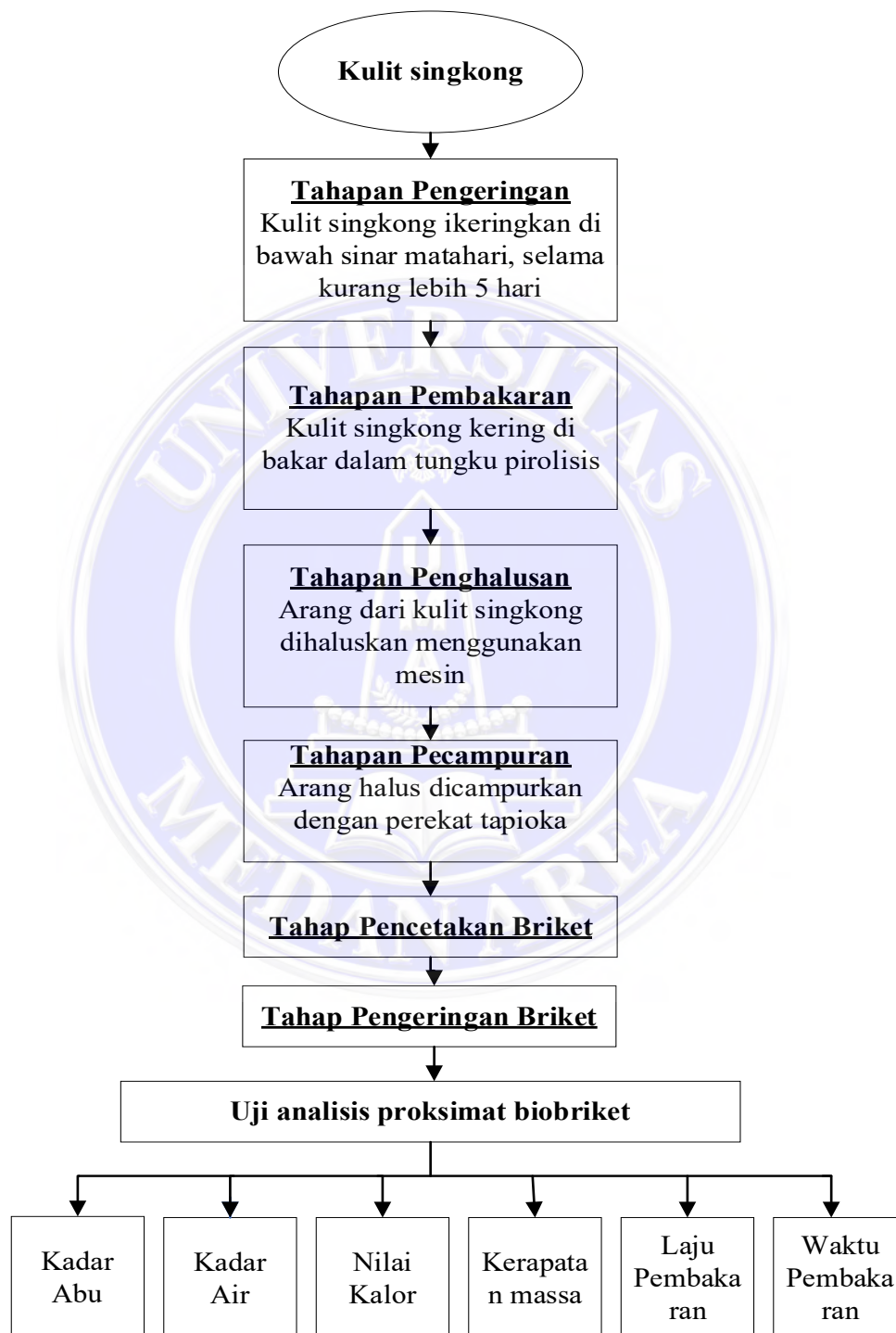
3.6 Diagram Alir Proses Penelitian

Dalam diagram alir proses penelitian ini akan digambarkan dalam bentuk *flowchart* untuk memudahkan dalam proses penelitian.

Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian

3.7 Desain Penelitian

Berikut ini merupakan desain penelitian dari proses pembuatan biobriket dari kulit singkong dengan bahan perekat tepung tapioka:



Gambar 3.3 Desain Penelitian

3.8 Alat dan Bahan Penelitian

Berikut ini merupakan alat dan bahan yang digunakan pada saat penelitian pembuatan biobriket dari kulit singkong:

3.8.1 Alat Penelitian

1. Peralatan yang digunakan dalam proses pengeringan
 - a. Pisau yang mana pisau dapat digunakan untuk memotong kulit singkong menjadi bagian kecil agar proses pengeringan lebih cepat dan merata.
 - b. Nampan wadah untuk menjemur potongan kulit singkong di bawah sinar matahari langsung.
 - c. Ember sebagai alat untuk mencuci kulit singkong sebelum dikeringkan guna menghilangkan kotoran dan kontaminan.
 - d. Kantong plastik ukuran sedang untuk tempat penyimpanan sementara kulit singkong yang telah dikeringkan agar tidak terkena embun atau uap air dari lingkungan.
2. Peralatan yang digunakan untuk permбриketan kulit singkong dan dengan perekat tapioka, terdiri dari :
 - a. Alat cetak dan alat penekan sebagai alat pembentuk briket sebagai cetakan untuk membentuk briket dan memberikan tekanan agar briket lebih padat dan kokoh.
 - b. Ulekan dan cobek batu sebagai alat penghalus bahan briket yang telah disangrai
 - c. Oven adalah untuk proses pengeringan atau pematangan briket setelah dicetak agar kadar airnya berkurang secara maksimal.

- d. Wajan sebagai wadah untuk menyangrai arang kulit singkong.
 - e. Wadah ukuran sedang untuk menampung bahan seperti arang halus, lem perekat, atau campuran briket sebelum dicetak.
 - f. Neraca digital sebagai alat untuk enimbang bahan secara presisi, baik bahan utama maupun bahan tambahan seperti perekat.
 - g. Panci sebagai alat tempat pembuatan lem dari tepung tapioka
 - h. Korek sebagai alat untuk menyalakan api atau membakar biobriket.
 - i. Kertas label sebagai alat untuk penanda jenis sampel
 - j. Kamera handphone sebagai alat dokumentasi
 - k. Nampan sebagai alat peletakan briket pada proses pembakaran biobriket
3. Peralatan yang digunakan untuk uji analisa briket kulit singkong dan sekam padi terdiri dari :
- a. *Stopwatch* adalah alat yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam proses pengovenan ataupun pembakaran biobriket
 - b. Kaleng adalah alat yang digunakan untuk tempat membakar simulasi briket
 - c. *Furnace* adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar abu yang terdapat pada biobriket.
 - d. Desikator adalah alat yang digunakan untuk mendinginkan sampel yang telah melakukan proses pembakaran.
 - e. Buku dan alat tulis adalah alat yang digunakan untuk menulis hasil data yang telah didapatkan dari hasil pengujian sampel

- f. Cawan porselin adalah alat yang digunakan untuk mereaksikan zat dalam suhu tinggi
- g. Jangka sorong adalah alat yang digunakan untuk mengukur tinggi dan diameter biobriket.

3.8.2 Bahan

1. Kulit singkong merupakan limbah organik yang berasal dari proses pengupasan umbi singkong saat diolah menjadi berbagai produk pangan. Limbah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan biobriket.
2. Tepung tapioka berfungsi sebagai bahan perekat dalam pembuatan biobriket, yang membantu menyatukan partikel bahan baku agar briket yang dihasilkan memiliki bentuk yang padat dan tidak mudah hancur.
3. Air digunakan sebagai media pelarut dalam proses pencampuran tepung tapioka agar membentuk larutan perekat yang homogen dan mudah dicampurkan dengan bahan baku briket.

3.9 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis untuk menghasilkan dan menguji kualitas biobriket berbahan dasar kulit singkong. Adapun tahapan-tahapan dalam prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan Baku

Limbah kulit singkong diperoleh dari hasil pengolahan singkong di industri rumah tangga. Kulit singkong kemudian dicuci bersih untuk menghilangkan

kotoran seperti tanah dan kerikil, lalu dipotong kecil-kecil agar mudah dikeringkan dan diproses lebih lanjut.

2. Tahapan Pengeringan

Kulit singkong yang telah dipotong dijemur di bawah sinar matahari langsung selama kurang lebih lima hari. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air awal dalam bahan sebelum diolah menjadi arang.

3. Tahapan Pencampuran

Setelah kering, kulit singkong disangrai hingga berubah warna menjadi kehitaman. Hasil sangraian didinginkan, kemudian ditumbuk hingga menjadi arang halus. Arang ini lalu dicampurkan dengan larutan perekat dari tepung tapioka yang telah dimasak sebelumnya.

4. Tahapan Pencetakan

Adonan arang dan perekat diaduk hingga merata, kemudian dicetak menggunakan alat cetak dan ditekan dengan alat penekan agar padat dan berbentuk seragam sesuai ukuran yang diinginkan.

5. Tahapan Penjemuran

Briket yang telah dicetak dikeringkan menggunakan di bawah sinar matahari untuk menurunkan kadar air dan meningkatkan kekuatan fisik briket.

6. Uji Analisis Proksimat Biobriket

Setelah proses produksi selesai, biobriket diuji dengan metode analisis proksimat untuk mengetahui kualitasnya berdasarkan parameter berikut:

A. Kadar air

Kadar air memiliki prinsip kerja yakni dengan menghitung kehilangan berat dari sampel yang dipanaskan pada kondisi setandar untuk menentukan kadar airnya. Prosedur penelitian :

1. Memanaskan cawan kosong dioven, kemudian dinginkan selama 15 menit, timbang berat cawan kosong tersebut (m_1)
2. Timbang ± 1 gram sampel kedalam cawan kosong, kemudian catat berat cawan dan sampel sebelum dioven (m_2)
3. Masukkan cawan berisi sampel kedalam oven yang sudah dipanaskan pada suhu 105°C , tutup open dan dipanaskan selama ± 1 jam
4. Buka oven, kemudian angkat dan dinginkan
5. Timbang secepatnya bila suhunya sudah sesuai dengan suhu kamar (m_3)
6. Menghitung kadar air menggunakan rumus (2)

B. Kadar abu

Kadar abu memiliki prinsip kerja yakni dengan cara menimbang residu (sis) pembakaran sempurna dari sampel pada kondisi standar untuk menentukan kadar abunya. Prosedur penelitian :

1. Timbang cawan kosong (m_1) kemudian briket ditimbang sebanyak ± 2 gram didalam cawan kosong (m_2), kemudian dimasukkan ke dalam cawan kosong tersebut.
2. Cawan kosong yang berisi sampel tersebut kemudian panaskan suhu furnace sampai mencapai $450 - 500^\circ\text{C}$ selama 1 jam

7. Panaskan sampel sampai suhu akhir furnace mencapai 500 - 600 °C
± 1 jam selama ± 1 jam
8. Teruskan pemanasan pada suhu akhir selama 2 jam atau sampai semua sampel sempurna menjadi abu
9. Angkat cawan dari dalam furnace, dinginkan ± 10 menit kemudian masukkan kedalam desikator
10. Setelah dingin timbang cawan yang berisi abu, dan hitung kadar abu (m₃) menggunakan rumus (3)

C. Nilai kalor

Nilai kalor merupakan jumlah energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran suatu bahan. Prinsip kerja penentuan nilai kalor pada penelitian ini dilakukan dengan cara membakar sampel briket di bawah wadah berisi air, lalu mengamati perubahan suhu air sebagai indikator banyaknya kalor yang dilepaskan.

Prosedur penentuan nilai kalor dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut

1. Menimbang sampel briket yang telah dikeringkan sebanyak ± 5 gram.
2. Menyiapkan kaleng logam berisi air bersih (± 200 ml) dan mengukur suhu awal air menggunakan termometer.
3. Meletakkan briket di atas wadah pembakaran dan menyalakan api untuk membakar briket.

4. Meletakkan kaleng berisi air tepat di atas nyala api dengan jarak yang tetap, hingga seluruh briket habis terbakar atau suhu air tidak lagi berubah secara signifikan.
5. Mencatat suhu akhir air setelah pembakaran selesai.
6. Menghitung perubahan suhu air (ΔT) dan menghitung jumlah kalor yang diterima air menggunakan rumus (1)

D. Laju Pembakaran

Laju pembakaran merupakan parameter penting yang menunjukkan seberapa cepat bahan bakar padat, seperti briket, habis terbakar dalam suatu rentang waktu tertentu. Pengukuran laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui efisiensi dan kecepatan briket dalam melepaskan energi panas selama proses pembakaran.

Adapun langkah-langkah penentuan laju pembakaran briket dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan briket yang telah dikeringkan dan menimbanginya dengan massa ± 5 gram.
2. Meletakkan briket di atas wadah tahan panas atau nampan logam.
3. Menyalakan api dan membakar briket secara langsung di atas nyala api.
4. Menggunakan stopwatch untuk mencatat waktu mulai saat briket mulai menyala hingga seluruh briket habis terbakar (menjadi abu atau padam sepenuhnya).
5. Setelah proses pembakaran selesai, sisa abu ditimbang untuk mengetahui massa bahan yang benar-benar terbakar.

6. Menghitung laju pembakaran dengan menggunakan rumus (5)

E. Kerapatan massa

Kerapatan briket ditentukan berdasarkan pengukuran terhadap massa, diameter, dan tinggi briket setelah melalui proses pengeringan. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui seberapa padat briket tersebut, yang nantinya akan memengaruhi performa saat digunakan sebagai bahan bakar. Alat yang digunakan dalam proses ini antara lain timbangan digital untuk mengukur massa briket, serta jangka sorong untuk mengukur dimensi fisik briket, yaitu panjang, lebar (diameter), dan tinggi. Nilai kerapatan kemudian dihitung menggunakan rumus (4)

F. Waktu Pembakaran

Lama waktu pembakaran dihitung sejak briket mulai dibakar hingga seluruhnya menjadi abu. Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Ambil sampel briket arang seberat kurang lebih 1 gram, lalu nyalakan untuk dibakar.
2. Aktifkan stopwatch bersamaan dengan mulai dinyalakannya briket arang hingga proses pembakaran selesai dan briket berubah menjadi abu.
3. Catat durasi waktu yang dibutuhkan briket sampai seluruh bagiannya terbakar menjadi abu.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dibuat maka dapat dibuat Kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Variasi persentase perekat tapioka berpengaruh signifikan terhadap kualitas briket kulit singkong yang meliputi nilai kalor, kadar air, kadar abu, kerapatan, waktu pembakaran, dan laju pembakaran. Hal ini dibuktikan melalui hasil uji ANOVA dengan nilai signifikansi $< 0,05$ pada seluruh parameter, sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan persentase perekat memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik briket.
2. Berdasarkan hasil pengujian parameter dan mengacu pada standar SNI 8675:2021, variasi perekat 5% merupakan komposisi terbaik. Briket pada variasi ini menghasilkan nilai kalor sebesar 6,1879 kJ/g, kadar air sebesar 6,95%, serta kerapatan yang paling tinggi dibandingkan variasi lainnya. Meskipun kadar abu masih belum memenuhi standar, yaitu sekitar (isi sesuai datamu)%, namun secara keseluruhan variasi ini memberikan kualitas paling optimal berdasarkan parameter utama.
3. Berdasarkan hasil analisis nilai ekonomis, penggunaan briket kulit singkong sebagai bahan bakar alternatif pada proses produksi opak di Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri menunjukkan potensi yang lebih ekonomis dibandingkan kayu bakar. Hal ini ditunjukkan oleh total biaya produksi briket sebesar Rp6.754.400 per bulan, yang lebih rendah dibandingkan biaya penggunaan

kayu bakar sebesar Rp7.000.000 per bulan, sehingga diperoleh penghematan sebesar Rp245.600 per bulan.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian berikutnya diharapkan dapat melakukan perbaikan pada proses pengeringan arang maupun briket agar kadar air dapat diturunkan sehingga kualitas briket memenuhi standar SNI. Pengeringan yang lebih terkontrol akan membantu menghasilkan briket yang lebih stabil.
2. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian menggunakan fasilitas laboratorium yang terstandar serta menambah jumlah replikasi pengujian. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan tingkat akurasi dan signifikansi data, sehingga hasil penelitian yang diperoleh lebih kuat secara statistik dan dapat dibandingkan dengan standar yang berlaku.
3. Disarankan kepada industri pengolahan opak untuk mempertimbangkan pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai bahan baku briket arang guna mengurangi volume limbah padat serta meningkatkan nilai tambah ekonomi dari sisa produksi. Penerapan ini berpotensi menjadi alternatif energi ramah lingkungan dalam skala kecil hingga menengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, F., Nabila, P., & Anggrain, S. (2022). Pengaruh Kecerdasan Emosional Dan Pola Asuh Authoritative Dengan Prestasi Belajardengan Analisis Varian. *Jurnal.Asrypersadaquality.Com*, 1(1), 13–23.
- Anisa, D., Wati, R., & Supriyono, T. (2025). *Analisis kandungan volatile matter pada briket batok kelapa dengan metode gravimetri untuk optimasi kualitas pembakaran*. 01(1), 37–44.
- Autar, N. (2023). PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG (Manihot utilissima) DAN SABUT KELAPA (Cocos nucifera) SEBAGAI MATERIAL PEMBUATAN BIOBRIKET. *Jurnal Kimia Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh*.
- Desgira, H. W. (2021). Pengaruh Variasi Perekat Terhadap Kualitas Briket Dari Serbuk Daun Teh. In *Skripsi*.
- Destriana, R., Taufiq, R., & Hardono, J. (2023). *TEORI SISTEM INDUSTRI*.
- Diaz, J. (2020). Nilda. *Callaloo*, 23(3), 885–891.
<https://doi.org/10.1353/cal.2000.0135>
- Firdaus, A., & Octavianus, B. (2021). Biobrickets Made From Cassava Skin Waste Utilizing Banana Plastic Waste Glue and Water Hyacinth. *Indonesian Journal of Engineering and Science*, 2(2), 007–013.
<https://doi.org/10.51630/ijes.v2i2.14>
- Fitriani, E., Novawardhani, K. R., Paramytha, N., Mukti, A. R., & Makmuri, M. K. (2024). Edukasi Pengenalan Konservasi Energi dan Sumber Energi Baru Terbarukan pada Siswa SD Negeri 111 Palembang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Inovasi Indonesia*, 2(1), 13–18.
<https://doi.org/10.54082/jpmii.308>
- Fitriyano, G., Purnawan, I., Nabilah, R., & Wulandari, Q. A. (2024). *Energi Terbarukan: Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong untuk Produksi Biobriket*.
- Gahana, D., Alfian, C., Hidayatuloh, M. T., Muhyi, A., Syaukani, M., Lathifa, P., Silitonga, D. J., & Kolala, P. A. (2025). *LIMBAH PLASTIK SELULOSA ASETAT*. 06(01), 48–56.
- Gunawan, A. A. N. (n.d.). Statistik Non parametrik Multivariat. 2023.
- Hakim, L., Prasetyo, D. H. T., Hermanto, H., Prasetyo, B. A., & Renaldo, M. D.

- (2023). Pelatihan Pembuatan Biobriket Dari Biji Kesambi Sebagai Energi Terbarukan. *INTEGRITAS: Jurnal Pengabdian*, 7(2), 352. <https://doi.org/10.36841/integritas.v7i2.3479>
- Kartini, A. M., Sentosa, G. P., & Khoirunnada, E. S. (2024). *Diseminasi Pengolahan Limbah Kulit Singkong dan Kotoran Sapi Sebagai Bahan Bakar Alternatif di Desa Kemuning Lor Jember Abstrak Jurnal Pengabdian Nasional (JPN) Indonesia*. 5(3), 818–827.
- Lubis, M. A. R. (2024). *Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Briket Arang Dengan Menggunakan Metode Desain Eksperimen*.
- Mardawati, E., Hanifatut Saskia, A., Maulida Rahmah, D., Desy Nurliasari, D., Artikel, I., Kunci, K., Buah Kopi, K., & Kelapa, T. (2023). Pemanfaatan Limbah Kopi dan Tempurung Kelapa menjadi Biobriket Menggunakan Pati sebagai Perekat. *Biomass, Biorefinery and Bioeconomy*, 1(1), 30–39.
- Mashuri, A. (2023). *Statistika Parametrik Dasar*.
- Nugroho, R. T., Abdullah, Q. A. G., Fauzi, D. A. E., Alfiansyah, T., Haykal, A., Abdullah, A. D., Baihaqi, F., & Zulkarnaen, I. (2024). Analisis Statistik Parametrik Perbedaan Signifikan Dalam Kenaikan Harga Ayam Di Pasar Sejahtera Kabupaten Bekasi. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 2(7)(7), 854–867.
- Nurhidayat, W., Aprilia, F., Wahyuni, D. S., & Nana, N. (2020). Etno Fisika Berupa Implementasi Konsep Kalor Pada Tari Mojang Priangan. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(1), 138. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i1.2097>
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 88–92. <https://www.dosenpendidikan>.
- Puri, F. E., Mawardi, R. H., Darmawan, M. F., & Kurniawan, M. F. (2022). BIOBRIKET LIMBAH KULIT SINGKONG (Manihot esculenta), INOVASI SUMBER ENERGI ALTERNATIF DI WONOGIRI. *Jurnal Jaringan Penelitian Pengembangan Penerapan Inovasi Pendidikan (Jarlitbang)*, 113–122. <https://doi.org/10.59344/jarlitbang.v8i2.20>
- Rifdah, R., Herawati, N., & Dubron, F. (2022). Pembuatan Biobriket Dari Limbah Tongkol Jagung Pedagang Jagung Rebus Dan Rumah Tangga Sebagai Bahan

- Bakar Energi Terbarukan Dengan Proses Karbonisasi. *Jurnal Distilasi*, 2(2), 39. <https://doi.org/10.32502/jd.v2i2.1202>
- Setyono, M. Y. P., & Yayok Suryo Purnomo. (2022). Analisis Kadar Air dan Kadar Abu Briket Lumpur IPAL dan Fly Ash dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(6), 696–703. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i6.1047>
- Styani, E. (2023). Pemanfaatan Limbah Biomassa Kulit Singkong, Talas dan sludge Limbah Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Briket. *Warta Akab*, 47(2), 50–55. <https://doi.org/10.55075/wa.v47i2.214>
- Sulistiyowati, W. (2023). Buku Ajar Statistika Dasar. *Buku Ajar Statistika Dasar*, 14(1), 15–31. <https://doi.org/10.21070/2017/978-979-3401-73-7>
- Susilawati, S., Amitarwati, D. P., & Prabowo, A. (2024). Analisis Pendapatan Retribusi Pasar Di Kabupaten Banyumas Menggunakan Uji Anova Satu Arah. *Perwira Journal of Science and Engineering (PJSE)*, 1(2), 12–25.
- Tulak, J. Y., Hamsina, & Al-Gasali. (2023). Kualitas Briket Dari Limbah Kayu Mahoni Dengan Menggunakan Perekat Kanji Dan Resin Sebagai Pengisi. *Saintis*, 4(2).
- Wahyudi, Y., Amrullah, S., & Oktaviananda, C. (2022). *Uji Karakteristik Briket Berbahan Baku Bonggol Jagung Berdasarkan Variasi Jumlah Perekat*.
- Widhi, D., Rachmawati, Ghazali, M. I. Al, Ridho, B. N. H. F., Asiah, S., Akhsin, Damayanti, I., Siagian, R., | R. A. | R. M. | Z., Syarif, M., Kusmiran, Yenni, & Kusuma, Y. F. S. | Y. Y. (2021). *TEORI & KONSEP PEDAGOGIK*.

LAMPIRAN

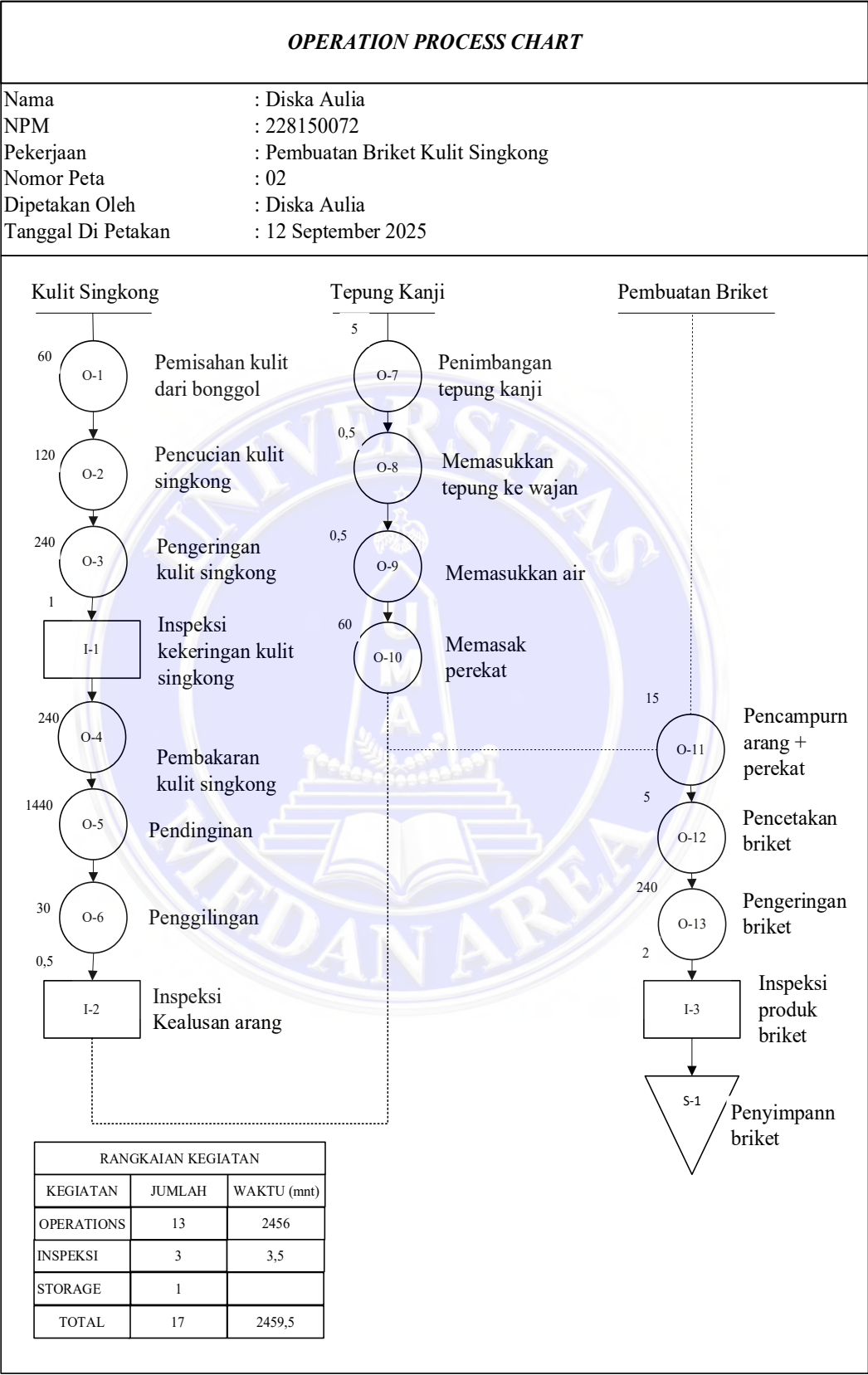
Lampiran 1 *Flow Process Chart* Pembuatan Briket

<i>Flow Process Chart</i>									
Ringkasan							Pekerjaan: Produksi Briket Kulit Singkong		
Kegiatan	Sekarang		Usul		Beda		No. Peta : 01		
	Jml	Wkt	Jml	Wkt	Jml	Wkt	Orang ☐ Bahan ☐		
○ Operasi	13	2456					Sekarang ☐ Usulan ☐		
□ Inspeksi	3	3,5					Dipetakan Oleh : Diska Aulia		
⇒ Transportation	10	56					Tanggal Dipetakan : 12 September 2025		
D Delay	3	7450							
▽ Storage	1								
Total	31	9950							
Uraian Kegiatan	Lambang					Jarak (m)	Jml (kg)	Waktu (mnt)	Catatan
	○	□	⇒	D	▽				
Limbah kulit singkong hasil produksi opak di bawa ke lapangan						100	450	3	
Pemisahan kulit singkong dari bonggol							400	60	
Kulit singkong yang sudah di pisahkan di bawa ke tempat pencucian						50	400	1,5	
Pencucian kulit singkong							400	120	
Kulit singkong bersih di bawa ke tempat pengeringan						10		1	
Pengeringan kulit singkong								240	
Menunggu kulit singkong kering								1680	
Inspeksi kulit singkong kekeringan kulit singkong								1	
Kulit singkong kering di bawa ke tempat pembuatan briket						20000	130	45	
Kulit singkong di bakar dalam tungku pirolisis							130	240	
Pendinginan arang yang di hasilkan								1440	
Arang di bawa ke mesin penggilingan						3	44	1	

Flow Process Chart									
Ringkasan						Pekerjaan: Produksi Briket Kulit Singkong			
Kegiatan	Sekarang		Usul		Beda		No. Peta : 01		
	Jml	Wkt	Jml	Wkt	Jml	Wkt	Orang	☐ Bahan	☐
○ Operasi	13	2456					Sekarang	☐ Usulan	☐
□ Inspeksi	3	3,5					Dipetakan Oleh : Diska Aulia		
⇒ Transportation	10	56					Tanggal Dipetakan : 12 September 2025		
⊐ Delay	3	7450							
▽ Storage	1								
Total	31	9950							
Uraian Kegiatan	Lambang					Jarak (m)	Jml (kg)	Waktu(mnt)	Catatan
	○	□	⇒	⊐	▽				
Penggilingan arang	●						44	30	
Inspeksi kehalusan arang		●						0,5	
Menimbang Tepung Kanji	●						5	5	
Memasukkan tepung ke wajan	●							0,5	
Memasukkan air ke wajan yang berisi tepung	●							0,5	
Memasak tepung kanji sebagai perekat	●						5	60	
Menunggu tepung kanji siap di bawa ke mixer			●					10	
Arang di bawa ke mixer			●			1	20	0,5	
Perekat di bawa ke mixer			●			1	5	0,5	
Pencampuran arang dan perekat di mixer	●							15	
Hasil Pencampuran di bawa ke mesin pencetakan			●			1	25	0,5	
Pencetakan briket kulit singkong	●							5	
Briket di bawa ke tempat penjemuran			●			5		2	
Pengeringan briket	●							240	
Menunggu kering sempurna				●				5760	
Inspeksi produk jadi briket		●				5	15	2	

Flow Process Chart											
Ringkasan							Pekerjaan: Produksi Briket Kulit Singkong				
Kegiatan	Sekarang		Usul		Beda		No. Peta : 01				
	Jml	Wkt	Jml	Wk	Jml	Wkt	Orang ☐ Bahan ☐				
○ Operasi	13	2456					Sekarang ☐ Usulan ☐				
□ Inspeksi	3	3,5					Dipetakan Oleh : Diska Aulia				
➡ Transportation	10	56					Tanggal Dipetakan : 12 September 2025				
⌒ Delay	3	7450									
▽ Storage	1										
Total	31	9950									
Uraian Kegiatan			Lambang					Jarak (m)	Jml (kg)	Waktu(mnt)	Catatan
			○	□	➡	⌒	▽				
Briket yang sudah kering di bawa ke tempat penyimpanan										1	
Penyimpanan briket											

Lampiran 2 *Operation Process Chart* Pembuatan Briket



Lampiran 3 Surat Pengantar Riset



UNIVERSITAS MEDAN AREA
FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PGGI Nomor 150 (061) 7366578, 7362168, 7364348, 7366781, Fax (061) 7366088 Medan 20223
Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Ten Serayu Nomor 79 A, (061) 8226602, Fax: (061) 8226331 Medan 20122
Website: www.teknik.umma.ac.id E-mail: univ_medanarea@unma.ac.id

Nomor : 405/FT.5/01.10/VIII/2025
Lamp : -
Hal : Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir

08 Agustus 2025

Yth. Pimpinan Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri
Jl. Aman Abadi, Namorih, Kec. Pancur Batu
Deli Serdang

Dengan hormat,
Kami mohon kesediaan Bapak/Ibu berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

NO	N A M A	N P M	PRODI
1	DISKA AULIA	228150072	Teknik Industri

Untuk melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu Pimpin.

Perlu kami jelaskan bahwa Pengambilan Data tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah dan Skripsi yang merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul penelitian :

Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong sebagai Briket untuk Bahan Bakar Alternatif pada Proses Produksi Opak: Studi Kasus di Pabrik Opak Sun Jaya Mandiri

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.

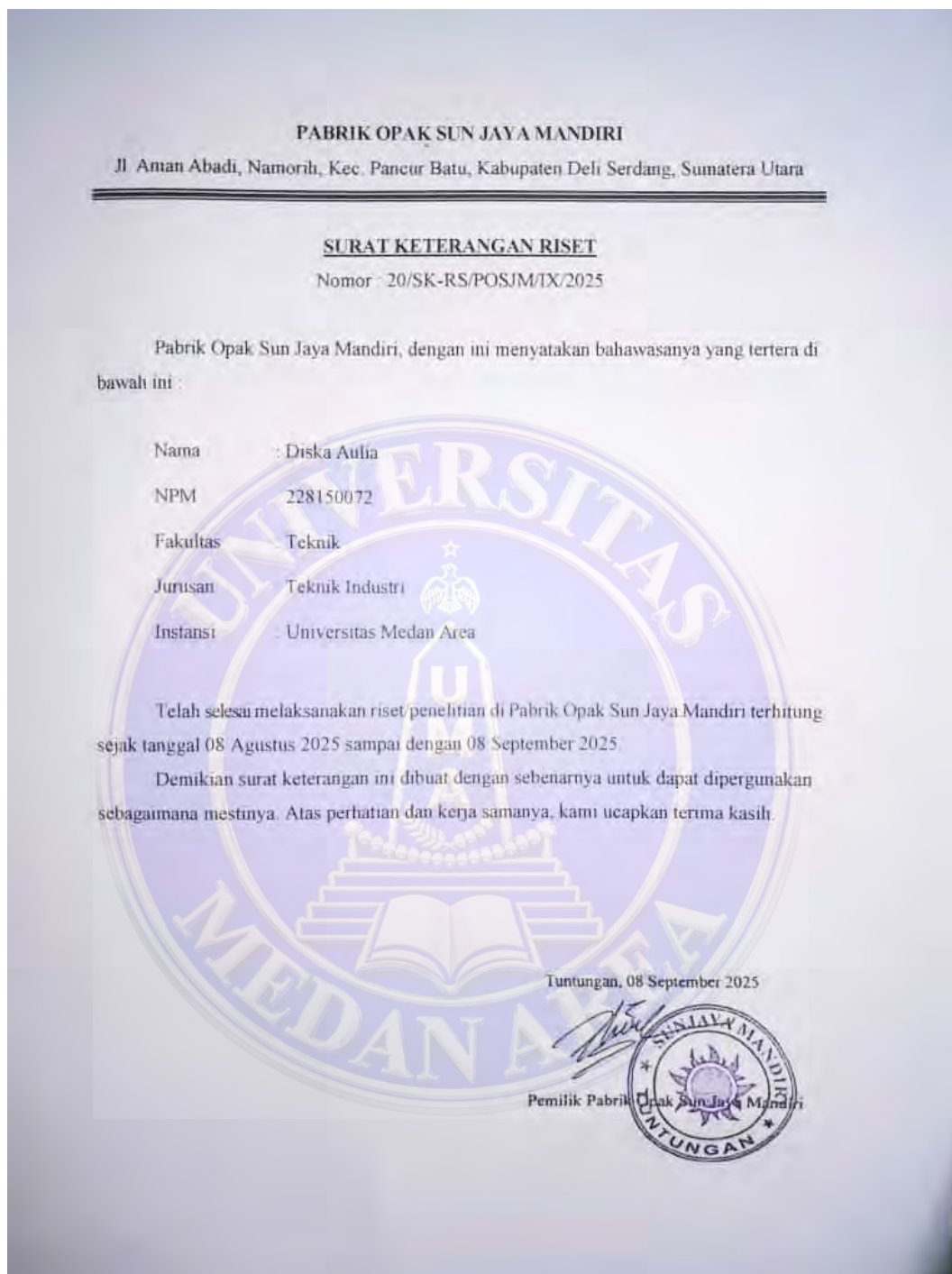

 Dr. Eng. Supriatno, ST, MT

Tembusan :
1. Ka. BPMPP
2. Mahasiswa
3. File





Lampiran 4 Surat Selesai Riset



Lampiran 5 Hasil Uji Kadar Air & Kadar Abu Briket



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN

Jl. Sisingamangaraja No.24, Telp. (061) 7867495, 7363471 Fax (061) 7362830
e-mail: bind_medan@kemenperin.go.id

Dok.No. : F-LP-016/3-1-02/22

SERTIFIKAT HASIL UJI

Certificate of Analysis

Nomor Sertifikat <i>Certificate No.</i>	: 1986/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/IX/2025	Kepada Yth. <i>To</i>
Nomor Pengujian <i>Testing No.</i>	: MMHP-0551	DISKA AULIA/UMA/TEKNIK INDUSTRI/NIM.228150072
No. Surat Permohonan Pengujian <i>Testing Request No.</i>	: 0740/BSKJI/BSPJI-Medan/LP/VIII/2025	Jl. Kolam No. 1, Medan Estate, Sumatera Utara
Halaman <i>Page</i>	: 1 dari 2 <i>of</i>	

IDENTITAS CONTOH
Identity of Sample

Nama / Jenis Contoh
Sample Name / Type : Briket

Etiket / Merk
Trademark / Brand : -

Kode Sampel
Sample Code : Perekat 5% (Kulit Singkong)

Lembaga Pengambil Contoh
Sampling Institution : Diantar Langsung

Prosedur Pengambilan Contoh
Sampling Procedure : -

Keterangan Contoh
Description of Sample : Tidak Disegel

Tanggal Sampel Diterima
Date of Sample Received : 03 September 2025

Tanggal Pengujian
Date of Testing : 03 September 2025

Hasil Pengujian
Result of Analysis : Terlampir
attached

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
This Certificate relate only to sample that been analyzed
Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP - BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP - BSPJI Medan

LABORATORIUM PENGUJI BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN (LP-BSPJI MEDAN)
Laboratory of Center for Standardization and Industrial Service Medan

Nomor Sertifikat : 1986/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/IX/2025
 Certificate Number

Halaman : 2 dari 2
 Page : 2 of 2

Validasi
 Validity

HASIL UJI
THE TEST RESULT

No	Parameter	Unit	Hasil Uji	Metodo Uji
1	Kadar Air	%	6,95	Gravimetri
2	Kadar Abu	%	13,8	Gravimetri

Medan, 22 September 2025
 Manajer Teknis Laboratorium Pengujian
 Technical Manager of Testing Laboratory

Ressi Evans, ST
 NIP. 198207112005022001

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
 This Certificate relate only to sample that been analyzed
 Sertifikat hasil uji hanya bisa diprodukal ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
 Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan

LABORATORIUM PENGUJI BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN (LP-BSPJI MEDAN)
Testing Laboratory of Center for Standardization and Industrial Service Medan

Nomor Sertifikat
 Certificate Number : 1987/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/IX/2025

Halaman
 Page : 2 dari 2
 2 of 2

Validasi
 Validity

HASIL UJI
THE TEST RESULT

No	Parameter	Unit	Hasil Uji	Metode Uji
1	Kadar Air	%	17,0	Gravimetri
2	Kadar Abu	%	11,2	Gravimetri

Medan, 22 September 2025
 Manajer Teknis Laboratorium Pengujian
 Technical Manager of Testing Laboratory

Rossi Evana, ST
 NIP. 198207112005022001

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
This Certificate relate only to sample that been analyzed
 Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP - BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP - BSPJI Medan



**Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA**

BADAN STANDARDISASI DAN KEUJIAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN
 Jl. Sisingamangaraja No.24, Telp.(061) 7867495, 7363471 Fax (061) 7362830
 e-mail: bind_medan@kemenperin.go.id

Dok.No. : F-LP-016/3-I-02/22

SERTIFIKAT HASIL UJI

Certificate of Analysis

Nomor Sertifikat	: 1987/BSKJI/BSPJI-	Kepada Yth.
<i>Certificate No.</i>	Medan/MS-P/IX/2025	<i>To</i>
Nomor Pengujian	: MMHP-0552	DISKA AULIA/UMA/TEKNIK
<i>Testing No.</i>		INDUSTRI/NIM.228150072
No. Surat Permohonan Pengujian	: 0740/BSKJI/BSPJI-	Jl. Kolam No. 1, Medan Estate,
<i>Testing Request No.</i>	Medan/LP/VIII/2025	Sumatera Utara
Halaman	: 1 dari 2	
<i>Page</i>	<i>of</i>	

IDENTITAS CONTOH

Identity of Sample

Nama / Jenis Contoh	: Briket
<i>Sample Name / Type</i>	
Etiket / Merk	: -
<i>Trademark / Brand</i>	
Kode Sampel	: Perekat 10% (Kulit Singkong)
<i>Sample Code</i>	
Lembaga Pengambil Contoh	: Diantar Langsung
<i>Sampling Institution</i>	
Prosedur Pengambilan Contoh	: -
<i>Sampling Procedure</i>	
Keterangan Contoh	: Tidak Disegel
<i>Description of Sample</i>	
Tanggal Sampel Diterima	: 03 September 2025
<i>Date of Sample Received</i>	
Tanggal Pengujian	: 03 September 2025
<i>Date of Testing</i>	
Hasil Pengujian	: Terlampir
<i>Result of Analysis</i>	<i>attached</i>

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
This Certificate is valid only to sample that been analysed
 Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP - BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP - BSPJI Medan

 **BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI**
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN
 Jl. Soekarno-Angarata No.34, Telp (061) 7067405, 7063471 Fax (061) 7063030
 e-mail: bskd.medan@kemendag.go.id

Dok.No. : FLP-016/3-1-02/22

SERTIFIKAT HASIL UJI

Certificate of Analysis

Nomor Sertifikat	: 1988/BSKJI/BSPJI-	Kepada Yth.
<i>Certificate No.</i>	Medan/MS-P/IX/2025	Tu
Nomor Pengujian	: MMHP-0553	DISKA AULIA/UMA/TEKNIK
<i>Testing No.</i>		INDUSTRI/NIM.228160072
No. Surat Permohonan Pengujian	: 0740/BSKJI/BSPJI-	Jl. Kolam No. 1, Medan Estate,
<i>Testing Request No.</i>	Medan/LP/VIII/2025	Sumatera Utara
Halaman	: 1 dari 2	
<i>Page</i>	of	

IDENTITAS CONTOH
Identity of Sample

Nama / Jenis Contoh	: Briket
<i>Sample Name / Type</i>	
Etiket / Merk	: -
<i>Trademark / Brand</i>	
Kode Sampel	: Perakat 15% (Kulit Singkong)
<i>Sample Code</i>	
Lembaga Pengambil Contoh	: Diantar Langsung
<i>Sampling Institution</i>	
Prosedur Pengambilan Contoh	: -
<i>Sampling Procedure</i>	
Keterangan Contoh	: Tidak Disegel
<i>Description of Sample</i>	
Tanggal Sampel Diterima	: 03 September 2025
<i>Date of Sample Received</i>	
Tanggal Pengujian	: 03 September 2025
<i>Date of Testing</i>	
Hasil Pengujian	: Terlampir
<i>Result of Analysis</i>	attached

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
This Certificate relate only to sample that been analysed
 Sertifikat hasil uji hanya bisa direproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan

ICS Scanned with CamScanner

LABORATORIUM PENGUJI BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN (LP-BSPJI MEDAN)
Laboratory of Center for Standardization and Industrial Service Medan

Nomor Sertifikat
 Certificate Number : 1988/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/IX/2025

Halaman
 Page : 2 dari 2
 2 of 2

Validasi
 Validity

HASIL UJI THE TEST RESULT

No	Parameter	Unit	Hasil Uji	Metode Uji
1	Kadar Air	%	14,6	Gravimetri
2	Kadar Abu	%	12,7	Gravimetri

Medan, 22 September 2025
 Manajer Teknis Laboratorium Pengujian
 Technical Manager of Testing Laboratory

[Signature]
 Rossi Evana, ST
 NIP. 198207112005022001

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
 This Certificate valid only to sample that been analyzed
 Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduski ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP - BSPJI MEDAN
 Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP - BSPJI MEDAN



**Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA**

**BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN**

Jl. Sungsungutangan No.24, Telp. (061) 7367495, 7363471 Fax. (061) 7362833
e-mail: bstd_medan@kemenperin.go.id

Dok.No. : F-LF-014/3-1-02/22

SERTIFIKAT HASIL UJI

Certificate of Analysis

Nomor Sertifikat <i>Certificate No.</i>	: 1989/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/IX/2025	Kepada Yth. <i>To</i>
Nomor Pengujian <i>Testing No.</i>	: MMHP-0554	DISKA AULIA/UMA/TEKNIK INDUSTRI/NIM.228150072
No. Surat Permohonan Pengujian <i>Testing Request No.</i>	: 0740/BSKJI/BSPJI-Medan/LP/VII/2025	Jl. Kolam No. 1, Medan Estate, Sumatera Utara
Halaman <i>Page</i>	: 1 dari 2 <i>of</i>	

IDENTITAS CONTOH
Identity of Sample

Nama / Jenis Contoh : Briket
Sample Name / Type

Etiket / Merk : -
Trademark / Brand

Kode Sampel : Perekat 20% (Kulit Singkong)
Sample Code

Lembaga Pengambil Contoh : Diantar Langsung
Sampling Institution

Prosedur Pengambilan Contoh : -
Sampling Procedure

Keterangan Contoh : Tidak Disegel
Description of Sample

Tanggal Sampel Diterima : 03 September 2025
Date of Sample Received

Tanggal Pengujian : 03 September 2025
Date of Testing

Hasil Pengujian : Terlampir
Result of Analysis
attached

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
This Certificate is valid only for sample that been analyzed

Sertifikat hasil uji hanya bisa diprodukl ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan



LABORATORIUM PENGUJI BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN (LP-BSPJI MEDAN)
Testing Laboratory of Center for Standardization and Industrial Service Medan

Nomor Sertifikat : 1989/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/IX/2025
 Certificate Number

Halaman : 2 dari 2
 Page : 2 of 2

Validasi :
 Validity

HASIL UJI

THE TEST RESULT

No	Parameter	Unit	Hasil Uji	Metode Uji
1	Kadar Air	%	15,7	Gravimetri
2	Kadar Abu	%	12,9	Gravimetri



Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
The Certificate relate only to sample that been analyzed
 Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan

Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian

