

TUGAS AKHIR

**POTENSI BRIKET DARI LUMPUR TINJA HASIL OLAHAN
INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA KOTA PALU
SEBAGAI SOLUSI ENERGI ALTERNATIF**



**Diajukan Kepada Universitas Tadulako Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Drajad Sarjana Satu Teknik Lingkungan**

Oleh:

Muhamad Jalil

STB. F 131 21 037

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK LINGKUNGAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TADULAKO

PALU, 2025

TUGAS AKHIR

POTENSI BRIKET DARI LUMPUR TINJA HASIL OLAHAN INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA KOTA PALU SEBAGAI SOLUSI ENERGI ALTERNATIF



**Diajukan Kepada Universitas Tadulako Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Drajad Sarjana Satu Teknik Lingkungan**

Oleh:

Muhamad Jalil

STB. F 131 21 037

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK LINGKUNGAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TADULAKO

PALU, Oktober 2025

FINAL PROJECT

POTENTIAL OF SLUDGE BRICKS FROM THE SLUDGE TREATMENT PLANT IN PALU CITY AS ALTERNATIVE ENERGY



Submitted to fulfill the Requirements for Bachelor Degree
in Environmental Engineering

By:

Muhamad Jalil

F 131 21 037

**ENVIRONMENTAL ENGINEERING PROGRAM
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
TADULAKO UNIVERSITY
PALU, 2025**



HALAMAN PENGESAHAN

**POTENSI BRIKET LUMPUR TINJA HASIL OLAHAN INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA KOTA PALU SEBAGAI SOLUSI
ENERGI ALTERNATIF**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

MUHAMAD JALIL

F13121037

SKRIPSI

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

Pada tanggal 24 Oktober 2025

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Tadulako,

Ir. Andi Anham Adam, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19740323 199903 1 002

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Tadulako,

Dr. Sriyati Ramadhani, S.T., M.T.
NIP. 19750925 200501 2 011

HALAMAN PERSETUJUAN



Panitia Ujian Tugas Akhir Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas tadulako yang ditetapkan berdasarkan SK Dekan Fakultas Teknik No. 20361/UN.28.6/KP.00.00/2025 Tanggal 24 Oktober 2025 menyatakan menyetujui Tugas Akhir yang telah dipertanggung jawabkan di hadapan Majelis Penguji pada Hari Jumat Tanggal 24 Oktober 2025 Oleh

Nama : Muhamad Jalil

No. Stambuk : F 131 21 037

Judul : Potensi Briket Dari Lumpur Tinja Hasil Olahan Instalasi
Pengolahan Lumpur Tinja Kota Palu Sebagai Solusi Energi
Alternatif


Dosen Pembimbing:

No	Nama/NIP	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Ir. Setiyawan, S.T., M.T NIP. 197612172000031001	Pembimbing I	
2.	Dr. Ir. Puteri Fitriaty, ST, M.T NIP.198011032006042003	Pembimbing II	

Palu, 18/11/2025

Ketua Program Studi S1 Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Universitas Tadulako


Dr. Ir. Setiyawan, ST., M.T
NIP.197612172000031001

PERNYATAAN
ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Muhamad Jalil

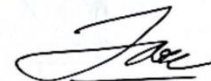
No. Stb : F 131 21 037

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil (S1 Teknik Lingkungan)

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan duplikasi dari orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila pada masa mendatang diketahui bahwa pernyataan ini tidak benar adanya, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan dengan segala konsekuensinya.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Palu, 2025



Muhamad Jalil
F13121037

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala. Dzat yang hanya kepada-Nya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, Rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul “POTENSI BRIKET DARI LUMPUR TINJA HASIL OLAHAN INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA KOTA PALU SEBAGAI SOLUSI ENERGI ALTERNATIF” dapat diselesaikan sebagai satu syarat dalam penyelesaian (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Tadulako.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga dengan tulus dan Ikhlas teristimewa penulis tunjukan kepada kedua orang tua tercinta, Ayah Fauzih Zubir dan Ibu Fatmawaty atas segala hal yang telah di lakukan demi penulis dan juga terima kasih banyak atas dukungan baik moral, spiritual, material, serta doa dan restu yang selalu mengiringi setiap langkah penulis sehingga penulis bisa sampai ke titik ini. Dan pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Bapak Ir. Andi Arham Adam, S.T, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
2. Ibu Dr. Yuli Asmi Rahman S.T.,M.Eng, selaku wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Tadulako
3. Bapak Dr. Ar. Ir. Fuad Zubaidi S.T., M.Sc, selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
4. Bapak Dr. Ir. Bakri, S.T., PG. Dipl. Eng., M.Phil selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
5. Ibu Dr. Sriyanti Ramadhani, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
6. Bapak Dr. Ir. Setiawan, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tadulako, sekaligus selaku dosen Pembimbing I yang telah membantu dan memberikan pengarahan pada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.

7. Ibu Dr. Eng. Ir. Putri Fitriati, S.T., M.Sc. Selaku dosen Pembimbing II yang telah membantu dan memberikan pengarahan pada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Tadulako yang telah memberikan ilmu kepada penulis agar penulis mengetahui ilmu mengenai Teknik Lingkungan yang membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
9. Adik, Paman, Tante, dan kaka saya Muhamad Alim, Saripudin, Farida, yang telah membantu, mendoakan, dan juga mensupport dalam menjalani penelitian ini.
10. Teman-teman Mahasiswa Teknik Lingkungan yang telah membantu serta mendukung dalam pembuatan tugas akhir.
11. Teman-teman Bengkel Seni BIAS 14 yang telah kebersamai saya selama ini.
12. Semua pihak yang pernah hadir dalam kehidupan penulis, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga apa yang telah kami kerjakan ini banyak memberikan manfaat kepada khalayak pada umumnya dan terkhususnya dalam dunia ilmu pengetahuan.

Palu, Oktober 2025

Muhamad Jalil

POTENSI BRIKET DARI LUMPUR TINJA HASIL OLAHAN INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA KOTA PALU SEBAGAI SOLUSI ENERGI ALTERNATIF

Muhamad Jalil, Setiawan, Putri Fitriati

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan membandingkan mutu briket hasil olahan IPLT Kota Palu dengan tambahan biomassa tongkol jagung berdasarkan kadar air, kadar abu, nilai kalor, lama nyala api, serta efisiensi penggunaan kompor. Briket dipilih sebagai sumber energi alternatif karena berkelanjutan dan ramah lingkungan, dengan pemanfaatan lumpur tinja yang ditingkatkan kualitasnya melalui campuran tongkol jagung. Metode penelitian menggunakan pendekatan quasi eksperimental. Hasil pengujian menunjukkan seluruh komposisi memenuhi standar mutu briket ($\leq 12\%$ kadar air). Komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung menghasilkan kadar air terendah (5,22%). Kadar abu terendah terdapat pada komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung sebesar 19,71% ($\leq 20\%$). Nilai kalor tertinggi diperoleh pada komposisi 65% tongkol jagung dan 45% tongkol jagung dengan rentang 4.329–4.789 kal/g (sesuai SNI 4000–5000 kal/g). Lama nyala api terpanjang dicapai komposisi 45% lumpur tinja dan 45% tongkol jagung, yaitu 53 menit. Uji efisiensi menunjukkan biaya penggunaan briket lumpur tinja lebih rendah dibanding briket batok kelapa, meskipun waktu pendidihan air lebih lama dibanding batok kelapa. Kesimpulannya, formulasi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung merupakan komposisi terbaik karena menghasilkan kadar air terendah, nilai kalor sesuai standar, serta lama nyala api optimal. Briket ini berpotensi sebagai bahan bakar alternatif yang ekonomis sekaligus mendukung pengelolaan limbah secara ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Briket, Lumpur Tinja, Tongkol Jagung*

POTENTIAL OF BRIQUETTE FROM FECAL SLUDGE PROCESSED BY THE FECAL SLUDGE PROCESSING INSTALLATION IN PALU CITY AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOLUTION

Muhamad Jalil, Setiawan, Putri Fitriati

ABSTRACT

This study aims to compare the quality of briquettes processed by the Palu City Wastewater Treatment Plant (WWTP) with the addition of corncob biomass based on moisture content, ash content, calorific value, flame duration, and stove efficiency. Briquettes were chosen as an alternative energy source because they are sustainable and environmentally friendly, by utilizing fecal sludge whose quality is improved through a mixture of corncobs. The research method used a quasi-experimental approach. The test results showed that all compositions met the briquette quality standards ($\leq 12\%$ moisture content). The composition of 45% fecal sludge, 10% adhesive, and 45% corncobs produced the lowest moisture content (5.22%). The lowest ash content was found in the composition of 65% fecal sludge, 10% adhesive, and 25% corncobs at 19.71% ($\leq 20\%$). The highest calorific value was obtained in the composition of 65% corncobs and 45% corncobs with a range of 4,329–4,789 cal/g (according to SNI 4000–5000 cal/g). The longest flame duration was achieved with a composition of 45% fecal sludge and 45% corncobs, which was 53 minutes. Efficiency tests showed that the cost of using fecal sludge briquettes was lower than that of coconut shell briquettes, although the water boiling time was longer than that of coconut shells. In conclusion, the formulation of 45% fecal sludge, 10% adhesive, and 45% corncobs was the best composition because it produced the lowest water content, standard calorific value, and optimal flame duration.

Keywords: *Briquettes, Fecal Sludge, Corn Cobs*

DAFTAR ISI

Halaman Persetujuan Proposal Tugas Akhir.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
12.1 Latar Belakang.....	I-1
12.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.4 Lingkup Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6 Hipotesis.....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Lumpur Tinja.....	II-1
2.2 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja	II-4
2.3 Briket	II-7
2.4.1 Kadar Air	II-8
2.4.2 Kadar Abu.....	II-8
2.4.3 Nilai Kalor	II-8
2.4.4 Lama Nyala Api.....	II-9
2.4 Tongkol Jagung.....	II-10
2.5 Tepung Tapioka.....	II-11
2.6 Kompor Briket.....	II-11

2.7 Penelitian Terdahulu	I-12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Jenis dan Tahap Penelitian.....	III-1
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	III-1
3.2.1 Waktu Penelitian.....	III-1
3.2.2 Lokasi Penelitian	III-1
3.3 Bagan Alir Penelitian.....	III-3
3.4 Alat dan Bahan	III-4
3.4.1 Alat	III-4
3.4.2 Bahan	III-4
3.5 Prosedur Perlakuan (<i>Treatment</i>)	III-4
3.5.2 Tahap Pembuatan Sampel.....	III-6
3.5.3 Tahap Pengujian Sampel.....	III-7
3.6 Analisis Data.....	III-8
3.6.1. Pengujian Laboratorium	III-8
3.6.2. Analisis Statistik.....	III-9
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Gambaran Umum Penelitian	IV-1
4.2 Hasil.....	IV-1
4.2.1 Kadar Air	IV-1
4.2.5 Kadar Abu.....	IV-5
4.2.3 Kalor	IV-9
4.2.4 Lama nyala api.....	IV-11
4.2.5 Efisiensi Penggunaan Kompor Briket.....	IV-13
4.2.6 Hasil Uji Statistik.....	IV-14
4.3 Pembahasan	IV-19

4.3.1 Kadar Air	V-19
4.3.2 Kadar Abu.....	IV-20
4.3.3 Kalor	IV-21
4.3.4 Lama Nyala Api.....	IV-22
4.3.5 Efisiensi Penggunaan Kompor Briket.....	IV-24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran	V-2
Daftar Pustaka.....	P-1
LAMPIRAN.....	L-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 2 Baku Mutu Briket	I-8
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu	II-13
Tabel 3. 1 Data Sampel Pengujian.....	III-6
Tabel 4. 1 Tabel Rata – Rata Kadar Air	IV-3
Tabel 4. 2 Tabel Rata – Rata Kadar Abu.....	IV-7
Tabel 4. 3 Tabel Rata – Rata kalor.....	IV-9
Tabel 4. 4 Nilai Rata – Rata Nyala Api	IV-11
Tabel 4. 5 Efisiensi Kompor Briket	IV-14
Tabel 4. 6 Hasil Uji Anova pada Pengujian Kadar Air	IV-15
Tabel 4. 7 Hasil Uji Tukey pada Pengujian Kadar Air	IV-15
Tabel 4. 8 Hasil Uji Anova pada Pengujian Kadar Abu	IV-16
Tabel 4. 9 Hasil Uji Tukey pada Pengujian Kadar Abu.....	IV-17
Tabel 4. 10 Hasil uji Anova pada Pengujian Kalor.....	IV-18
Tabel 4. 11 Hasil Uji Tukey pada Pengujian Kalor	IV-18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lumpur Tinja	I-4
Gambar 2. 2 Site Plan IPLT Kota Palu	II-6
Gambar 2. 3 Site Plan IPLT Kota Palu	II-6
Gambar 2. 4 Bomb Calorimeter.....	II-9
Gambar 2. 5 Tongkol Jagung.....	II-10
Gambar 2. 6 Tepung Tapioka.....	II-11
Gambar 2. 7 Kompor Briket	II-12
Gambar 3. 1 Gambar Lokasi IPLT Kota Palu.....	III-2
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	III-3
Gambar 3. 3 Kompor Briket	III-5
Gambar 3. 4 Sampel Briket	III-5
Gambar 4. 1 Nilai Rata – Rata Kadar Air.....	IV-4
Gambar 4. 2 Nilai Rata – Rata Kadar Abu	IV-8
Gambar 4. 3 Nilai Rata – Rata Kalor.....	IV-10
Gambar 4. 4 Nilai Rata – Rata Lama Nyala Api	IV-12

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu dampak dari pertumbuhan penduduk di Indonesia adalah buruknya pengelolaan sanitasi, yang dapat merugikan lingkungan serta memicu berbagai masalah lainnya. Pengelolaan sampah, termasuk limbah manusia, sangat erat kaitannya dengan isu sanitasi. Feses, sebagai salah satu limbah tubuh manusia, umumnya ditampung dalam *septic tank* untuk mencegah pencemaran lingkungan, khususnya terhadap air tanah. Penanganan limbah manusia yang tepat sangat penting untuk menjaga kebersihan lingkungan. Jika dibuang sembarangan, limbah ini dapat menurunkan kualitas tanah dan air tanah, serta menimbulkan gangguan estetika seperti bau tak sedap (Dea., dkk., 2023).

Menurut data Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Cipta Karya, pada tahun 2023 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kota Palu memiliki 6 (enam) unit mobil tangki penyedot tinja. Setiap harinya, sebanyak 2 (dua) unit kendaraan beroperasi dengan kapasitas penyedotan mencapai 800 m³ per hari. Dengan demikian, volume lumpur tinja yang terkumpul dalam satu bulan dapat mencapai sekitar 12.000 m³. Jumlah timbulan lumpur tinja tersebut berpotensi untuk diolah lebih lanjut menjadi briket sebagai sumber energi alternatif.

Lumpur tinja dapat dimanfaatkan sebagai bahan dalam pembuatan briket namun, lumpur tinja perlu tambahan bahan lain seperti tongkol jagung agar hasilnya lebih maksimal. Menurut data Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tengah 2024, hasil produksi jagung pada tahun 2023 mencapai 75.939,66 ton. Tingginya produksi jagung menghasilkan limbah berupa tongkol, kulit, dan rambut jagung yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Kondisi ini menjadi peluang untuk memberdayakan masyarakat agar limbah tersebut dapat diolah menjadi produk bernilai jual (Imran., dkk., 2025).

Sebagian besar masyarakat Indonesia masih mengandalkan bahan bakar fosil untuk mencukupi kebutuhan energi harian, seperti memasak, penerangan, dan transportasi. Namun, karena sumber daya bahan bakar fosil membutuhkan waktu

jutaan tahun untuk terbentuk, bahan bakar minyak dan gas alam merupakan sumber energi yang tidak terbarukan. Akibatnya, seiring bertambahnya populasi manusia dari waktu ke waktu, kebutuhan kita akan hal tersebut juga meningkat. Energi diperlukan untuk kelangsungan hidup manusia, namun jika sumber energi ini terus menerus digunakan maka pada akhirnya akan habis (Dea., dkk., 2023).

Untuk mengantisipasi keterbatasan sumber daya alam yang tak dapat diperbarui, diperlukan bahan bakar alternatif yang mudah didapat. Salah satunya adalah energi biomassa yang merupakan jenis bahan bakar terbuat dari limbah padat organik. Bahan bakar biomassa merupakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak (BBM) yang sangat memungkinkan berkembang secara umum dalam waktu yang relatif singkat, mengingat berkembangnya teknologi dan peralatan yang digunakan cukup sederhana (Syafira dkk., 2020).

Briket merupakan sumber energi yang menjanjikan dan dapat diandalkan untuk kebutuhan rumah tangga karena mampu menyediakan energi secara berkelanjutan (Masyrurroh., dkk., 2022). Potensi biomassa ini sangat besar apabila dijadikan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Biomassa yang berasal dari limbah hasil pertanian dan kehutanan merupakan bahan yang tidak berguna, tetapi dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi bahan bakar alternatif, yaitu dengan mengubahnya menjadi bioarang yang memiliki nilai kalor lebih tinggi daripada biomassa melalui proses pirolisis (Sulistyaningarti., dkk., 2017).

Dalam pemanfaatannya sebagai bahan bakar, briket dapat dibakar secara langsung ataupun menggunakan media seperti kompor. Aplikasi penggunaan kompor biomassa akan meningkatkan efisiensi pembakaran dan perpindahan panas secara signifikan. Peningkatan efisiensi ini berarti mengurangi juga polusi asap yang berbahaya bagi kesehatan dan penggunaan jumlah bahan bakar biomassa juga akan berkurang. Pengurangan penggunaan bahan bakar berarti mengurangi waktu / biaya mencari/ membeli bahan bakar tersebut (Sampelawan dkk, 2017).

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan penemuan baru yang menawarkan nilai lebih dalam hal penggunaan sumber daya. Dengan memanfaatkan lumpur tinja dengan tambahan tongkol jagung, diharapkan dapat menjadi alternatif yang tepat untuk menggantikan kekurangan bahan bakar minyak.

Penggunaan biogas sebagai sumber energi terbarukan, yang dihasilkan dari limbah tinja dan tongkol jagung, dapat menjadi solusi yang efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mutu briket dari lumpur tinja hasil olahan IPLT Kota Palu dengan tambahan biomassa tongkol jagung, berdasarkan pengujian kadar air, kadar abu, kalor serta menganalisis lama nyala api?
2. Bagaimana efisiensi penggunaan kompor berbahan bakar briket?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengkomparasi mutu briket yang dihasilkan dari hasil olahan IPLT Kota Palu dengan tambahan biomassa tongkol jagung, berdasarkan pengujian kadar air, kadar abu, dan kalor serta menganalisis lama nyala api
2. Untuk menganalisis efesiensi penggunaan kompor berbahan bakar briket.

1.4 Lingkup Penelitian

Batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pemanfaatan lumpur tinja dan tongkol jagung sebagai bahan baku pembuatan briket.
2. Penelitian ini menggunakan lumpur tinja hasil olahan IPLT Kota Palu, yang terdapat di drain area.
3. Penelitian ini melakukan pengujian meliputi kadar air, kadar abu, nilai kalor, serta menganalisis lama nyala api tanpa melakukan pengujian yang lain.
4. Penelitian ini melakukan pengujian efisiensi waktu pendidihan air menggunakan kompor briket untuk, membandingkan briket lumpur tinja dengan briket batok kelapa serta efisiensi kedua bahan bakar tersebut dari segi ekonomis.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat membuktikan mengenai hasil pemanfaatan lumpur tinja dengan tambahan tongkol jagung sebagai briket, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu sumber bahan bakar alternatif yang mudah diperoleh.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian ini, dibangun hipotesa sebagai berikut:

- Hipotesis Nol (H_0) : Tidak terdapat perbedaan signifikan dari mutu briket yang dihasilkan dari Lumpur Tinja (IPLT) dengan tambahan biomassa tongkol jagung.
- Hipotesis Alternatif (H_a) : Terdapat perbedaan signifikan dari mutu briket yang dihasilkan dari Lumpur Tinja (IPLT) dengan tambahan biomassa tongkol jagung.

1.7 Sistematika Penulisan

Proposal ini disusun dengan lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

1. **BAB I Pendahuluan**, Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, lingkup penelitian, hipotesis serta sistematika penulisan.
2. **BAB II Tinjauan Pustaka**, bab ini membahas teori-teori yang relevan dengan penelitian, termasuk konsep dasar, kerangka teori, penelitian terdahulu, dan kerangka berpikir.
3. **BAB III Metode Penelitian**, bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi pendekatan penelitian, Lokasi penelitian, Teknik pengumpulan data, serta metode analisis data.
4. **BAB IV Hasil dan Pembahasan**, bab ini membahas hasil penelitian yang diperoleh serta Analisa dan juga pembahasannya.
5. **BAB V Kesimpulan dan Saran**, bab ini berisi tentang kesimpulan akhir dari penelitian yang dilakukan dan saran-saran yang diberikan untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lumpur Tinja

Lumpur tinja adalah salah satu sumber pencemaran yang mengandung padatan terlarut, sebagian besar berupa bahan organik. Lama - kelamaan, lumpur ini mengendap di dasar tangki septik, sehingga perlu dikuras rutin setiap 2–5 tahun sesuai kondisi tangki. Setelah disedot dengan truk tinja, lumpur dibawa ke Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) untuk diolah lebih lanjut (Mawangi., dkk., 2021).

Limbah tinja perlu diolah dengan benar sebelum dibuang ke perairan karena mengandung bakteri berbahaya. Air limbah ini terdiri dari 99,9% air dan 0,1% padatan, dengan 70% padatan organik dan 30% padatan non-organik. Limbah tinja juga mengandung nutrisi yang dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme. Jika tidak diolah dengan baik, kandungan seperti BOD, TSS, COD, minyak dan lemak, serta total koliform yang masih melebihi batas aman dapat mencemari sumber air (Rurupadang., dkk., 2023).

Lumpur tinja mengandung banyak bahan organik dan patogen, sehingga pemanfaatannya di pertanian dan perkebunan masih terbatas karena dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan. Namun, jika dikelola dengan baik, lumpur tinja berpotensi menjadi sumber energi terbarukan dengan nilai energi kering antara 1.910,77–4.538,07 kal/g. Penelitian di Kumasi, Dakar, dan Kampala mencatat nilai kalor lumpur tinja kering sekitar 3.869,31–4.561,96 kal/g. Di Ghana, uji coba menunjukkan lumpur kering memiliki nilai kalor 3.620,91–3.778,54 kal/g, sedangkan lumpur basah 3.941,69–4.373,27 kal/g. Meski lebih rendah dari batu bara yang melebihi 6.687,69 kal/g, lumpur tinja tetap dapat menjadi bahan bakar biomassa ramah lingkungan dengan nilai kalor yang cukup untuk pembakaran, sehingga layak dimanfaatkan secara praktis (Wulandari, 2024).

1. Karakteristik Lumpur Tinja

Menurut Buku Panduan Perencanaan Teknik Terinci IPLT Kementerian PUPR tahun 2017, lumpur tinja perlu penanganan dan pengolahan khusus karena kandungan polutannya sangat tinggi. Lumpur ini tidak boleh dibuang langsung ke lingkungan dan tidak cocok diolah dengan metode seperti *landfill* atau pengelolaan sampah biasa karena kadar airnya tinggi. Pemanfaatannya sebagai pupuk juga tidak bisa sembarangan, karena masih mengandung banyak patogen, sehingga harus melalui proses pengolahan yang tepat agar aman digunakan (Wati, 2021) karakteristik lumpur tinja terdiri dari:

a. Nutrien

Lumpur tinja mengandung nutrien dari makanan yang kita konsumsi. Setelah dicerna, feses mengandung sekitar 20–50% fosfor, 10–20% nitrogen, dan 10–20% kalium. Sementara itu, urin memiliki kandungan 50–80% kalium, 50–65% fosfor, dan 80–90% nitrogen.

1) Nitrogen

Nitrogen adalah nutrien penting yang berperan besar dalam pertumbuhan organisme dan menjadi komponen utama protein, yang dibutuhkan hewan air maupun tumbuhan untuk membentuk sel. Kadar nitrogen dalam lumpur tinja umumnya 10–100 kali lebih tinggi dibandingkan air limbah domestik. Salah satu bentuk nitrogen di lumpur tinja adalah ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$), yang juga dapat ditemukan sebagai nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$), amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$), dan nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$).

2) Fosfor

Lumpur tinja mengandung fosfor yang biasanya berbentuk fosfat terikat atau orthofosfat. Fosfat dapat menimbulkan masalah lingkungan seperti eutrofikasi, yaitu pencemaran air akibat kelebihan nutrien, yang ditandai air berwarna hijau dan berbau tidak sedap. Fosfat juga banyak terdapat pada deterjen dan sabun sebagai pembentuk buih, yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman, namun beberapa zat surfaktan di dalamnya bersifat beracun. Kandungan fosfor dalam limbah cair dapat dikurangi melalui pengolahan kimia atau biologi.

b. pH

Salah satu parameter penting dalam pemeriksaan lumpur tinja adalah pH, karena mempengaruhi proses stabilisasi secara biologis. Umumnya, pH lumpur tinja berada di kisaran 6,5–8, tetapi bisa bervariasi antara 1,5–12,6. Jika pH berada di atas 9, nilai yang terlalu tinggi dapat menghambat produksi gas metana dan proses biologis pada pengolahan anaerob.

c. Padatan Tersuspensi

Total Suspended Solid (TSS) adalah bahan tersuspensi yang membuat air menjadi keruh, seperti lumpur, mikroorganisme, pasir halus, kikisan tanah, atau sisa erosi. TSS dapat menurunkan kualitas perairan karena memengaruhi kondisi fisik, kimia, dan biologi. Padatan dalam lumpur tinja berasal dari bahan organik (*volatile solid*) dan anorganik (*fixed solid*) yang dapat mengendap, mengapung, berbentuk koloid, atau tetap tersuspensi. Pengukurannya dilakukan dengan parameter *total solid (TS)*, *total suspended solid (TSS)*, dan *total volatile solid (TVS)*.

d. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah ukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam kondisi aerob. Kadar BOD pada lumpur tinja lebih tinggi dibandingkan air limbah domestik.

e. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah parameter untuk mengukur jumlah senyawa organik dalam lumpur tinja. COD menunjukkan kemampuan air menggunakan oksigen saat menguraikan senyawa organik, baik secara biologis maupun nonbiologis, serta saat mengoksidasi senyawa anorganik seperti amonia dan nitrit.

f. Patogen

Desinfeksi air limbah dan klorinasi air minum adalah cara untuk mengurangi risiko penyakit yang menular lewat air, seperti tifoid, kolera, dan disentri, yang masih menjadi masalah di beberapa negara berkembang namun hampir hilang di Amerika Serikat. Patogen penyebab penyakit ini terbawa melalui air permukaan atau air tanah. Sumber limbah bisa berasal dari berbagai tempat, termasuk industri seperti penyamakan kulit, pabrik pengepakan daging, serta kotoran

hewan. Berikut merupakan gambar lumpur tinja yang disajikan pada **Gambar 2.1**



Gambar 2. 1 Lumpur Tinja

2.2 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) adalah fasilitas yang khusus mengolah lumpur tinja yang diangkut menggunakan truk tinja. Pengolahan di IPLT merupakan tahap lanjutan, karena lumpur dari tangki septik masih belum aman dibuang ke perairan. Lumpur yang terkumpul di tangki septik akan dikuras secara rutin lalu dibawa ke IPLT. IPLT juga menjadi bagian penting dalam pengelolaan lumpur tinja untuk mendukung program layanan penyedotan terjadwal di kota atau kabupaten di Indonesia (Handoko, 2021).

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) bertujuan meningkatkan pengolahan dan pembuangan limbah yang aman bagi lingkungan. Fasilitas ini hanya menerima dan mengolah lumpur tinja. Di Indonesia, IPLT baru ada di 134 dari 507 kabupaten/kota. Daerah yang belum memiliki IPLT biasanya membuang lumpur tinja langsung ke sungai. Saat ini, banyak IPLT belum beroperasi optimal karena pasokan lumpur yang sedikit, kurangnya fasilitas penyedotan, pengelolaan yang belum siap, dan di beberapa daerah belum ada PERDA yang mendukung (Rizky dkk., 2023).

Menurut Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Cipta Karya, IPLT Kota Palu yang berada di Kelurahan Talise Valangguni, Kecamatan Mantikulore, Sulawesi Tengah, mulai beroperasi sejak 1995 dengan sistem *Imhoff Tank* berkapasitas 80 m³/hari. Pada 2011 dilakukan perbaikan untuk mendukung operasional. IPLT ini mengolah lumpur tinja dari tangki septik rumah tangga di

wilayah perkotaan. Karena sistem *Imhoff Tank* sudah kurang relevan, pada 2022 dilakukan optimalisasi dan penambahan sistem SSC (*Sludge Separation Chamber*). IPLT Kota Palu terdiri dari beberapa komponen yaitu:

1. *Sludge Separation Chamber* (SSC)

Operasional IPLT dimulai dengan masuknya lumpur tinja ke Bak Pemisah Lumpur (*Solid Separation Chamber/SSC*). Di sini terjadi proses penyaringan dan pengendapan padatan. Air hasil saringan masuk ke Kolam Anaerobik, sementara lumpur mengendap dan tertiriskan di bak SSC. Bak ini dilengkapi area pengeringan (*drying area*) untuk mengeringkan lumpur setengah kering sekaligus membunuh mikroorganisme dengan bantuan sinar matahari.

2. Kolam Anaerob

Air keluaran dari Imhoff Tank dialirkan ke kolam anaerobik, tempat bakteri anaerob menguraikan bahan organik menjadi CO_2 , NH_3 (amonia), H_2S (asam sulfida), dan CH_4 (metana). Luas kolam anaerob 1 dan 2 di IPLT Kota Palu adalah 544,48 m².

3. Kolam Fakultatif

Kolam fakultatif adalah sistem pengolahan biologis yang memiliki tiga zona: aerobik, fakultatif, dan anaerobik. Di zona aerobik, alga menghasilkan oksigen dengan bantuan sinar matahari, yang kemudian dipakai bakteri untuk menguraikan bahan organik dan polutan. Oksigen juga bisa berasal dari hembusan angin di permukaan kolam. IPLT Kota Palu memiliki dua unit kolam fakultatif yang disusun seri untuk mempercepat waktu operasi, dengan luas total 1.337,29 m².

4. Kolam Matuarasi

Kolam maturasi adalah kolam penyempurnaan yang berfungsi menghilangkan patogen, amonia, dan alga dari air hasil olahan kolam fakultatif. Kolam ini dibuat dangkal (<1 meter) agar sinar matahari dapat menjangkau seluruh bagian dan mencegah kondisi anaerob di dasar kolam. Kolam maturasi disusun secara seri untuk meningkatkan efektivitas penghilangan patogen, amonia, dan alga. Luas kolam maturasi di IPLT Kota Palu adalah 1.026,84 m². Berikut merupakan *Site Plan* IPLT Kota Plu yang disajikan Pada **Gambar 2.2**



UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL
PRODI S1 TEKNIK LINGKUNGAN



SKALA
1 : 200

SITE PLAN IPLT KOTA PALU

LEGENDA

A: KOLAM PENDING LUMPUR (SOB)
B: KOLAM ANAEROBIK I
C: KOLAM ANAEROBIK II
D: KOLAM FAKULTATIF I
E: KOLAM FAKULTATIF II
F: KOLAM MATURASI
G: SSC



MUHAMAD JALIL

F13121037

Gambar 2. 2 *Site Plan* IPLT Kota Palu

2.3 Briket

Briket adalah bahan bakar ramah lingkungan dari energi biomassa yang dapat diperbarui. Briket berbentuk arang dan digunakan untuk membuat api, mampu menghasilkan panas dengan baik tanpa banyak asap, serta mudah dibuat. Selama ini, pembuatan briket umumnya memanfaatkan limbah industri seperti batok kelapa, cangkang sawit, atau cangkang buah asam. Namun, masih jarang penelitian yang membuat briket dari limbah organik di sekitar rumah atau sekolah. Karena itu, pembuatan briket dari sampah organik perlu dilakukan sebagai solusi untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan memanfaatkan sumber daya terbarukan yang mudah didapat, guna menjawab tantangan krisis energi saat ini (Muhammad., dkk., 2023). Berikut merupakan gambar briket yang ditunjukkan pada

Gambar 2. 3



Gambar 2. 3 Briket

Briket adalah gumpalan arang dari bahan lunak (bioarang) yang dipadatkan. Kualitas briket dipengaruhi oleh kerapatan, kekuatan tekan, kadar air, kadar zat menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, dan nilai kalor. Agar briket bioarang menjadi bahan bakar yang baik, proses pembuatannya harus dilakukan dengan benar pada setiap tahapannya (Syafira dkk., 2020). Pada penelitian ini pellet briket dibandingkan dengan SNI 4931:2010. Berikut tabel baku mutu briket disajikan pada **Tabel 2.1.**

Tabel 2. 1 Baku Mutu Briket

No	Parameter	SNI 4931:2010
1	Kadar Air (%)	≤ 12
2	Kadar Abu (%)	≤ 20
3	Nilai Kalor (kal/g)	4000 – 5000

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2010

2.4.1 Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang terdapat dalam suatu bahan. Pada briket, kadar air sangat penting karena jika terlalu tinggi akan menurunkan nilai kalor, membuat briket sulit menyala, dan memerlukan lebih banyak energi untuk memulai pembakaran. Selain itu, kadar air yang tinggi juga dapat menyebabkan asap berlebih saat briket dibakar (Ariski dkk, 2023).

2.4.2 Kadar Abu

Abu adalah sisa hasil pembakaran, dengan unsur utama berupa silika yang tidak bisa dibakar dan dapat menurunkan nilai kalor. Semakin tinggi kadar abu, semakin rendah kualitas briket. Karena silika membuat abu lebih banyak, briket yang baik sebaiknya memiliki kandungan silika rendah agar menghasilkan abu sedikit (Ardiansyah dkk., 2022).

2.4.3 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah energi panas yang dimiliki suatu zat. Umumnya, kalor dapat diketahui dengan mengukur suhu benda—semakin tinggi suhunya, semakin besar kalor yang dimiliki. Nilai kalor menunjukkan energi yang dihasilkan dari pembakaran sempurna suatu bahan atau bahan bakar, dan diukur dalam satuan energi per jumlah material (Ariski dkk, 2023). Pada penelitian pengujian kalor menggunakan alat *Bomb calorimeter*

Bomb calorimeter adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur energi panas yang dilepaskan dari pembakaran sempurna suatu zat. Alat ini berbentuk wadah baja tertutup yang disebut *bomb*, di mana sampel bahan dimasukkan bersama dengan oksigen bertekanan agar pembakaran berlangsung sempurna. Setelah itu, bomb ditempatkan di dalam bejana berisi air. Ketika sampel dibakar dengan bantuan sistem penyalaan listrik, panas yang dihasilkan akan

diserap oleh air di sekelilingnya. Perubahan suhu air kemudian diukur menggunakan termometer presisi. Dengan mengetahui kenaikan suhu air, jumlah energi atau nilai kalor dari bahan dapat dihitung (Mafruddin., dkk., 2023). Berikut merupakan gambar *Bomb Calorimeter* yang disajikan pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2. 4 Bomb Calorimeter

2.4.4 Lama Nyala Api

Uji nyala api dilakukan untuk mengetahui berapa lama briket terbakar hingga menjadi abu. Caranya, briket dibakar seperti arang, lalu waktu dihitung sejak mulai menyala hingga habis menjadi abu (Kambey dkk., 2022).

Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai briket sebagai sumber alternatif seperti penelitian (Syafira dkk., 2020) lama nyala api briket lumpur tinja bercampur sampah daun organik. Hasilnya, briket dengan campuran 100% lumpur tinja menyala paling lama hingga menjadi abu, yaitu 49 menit. Sebaliknya, briket 100% sampah daun organik 34 menit hingga habis. Varian briket 50% lumpur tinja dan 50% sampah daun organik memiliki waktu pembakaran 44 menit, sehingga dinilai cukup seimbang.

Penelitian (Jamilatun., 2019) yang meneliti lama nyala api briket. Hasilnya dapat diketahui bahwa briket dari tempurung kelapa memberikan nyala bara sampai menjadi abu terlama yaitu 116,1 menit. Sementara nyala bara yang paling cepat habis adalah briket batubara terkarbonisasi dengan waktu 60,57 menit. Kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh struktur bahan, kandungan karbon terikat dan tingkat

kekerasan bahan. Secara teoritis jika kandungan senyawa volatilnya tinggi maka briket akan mudah terbakar dengan kecepatan pembakaran tinggi.

2.4 Tongkol Jagung

Tongkol jagung adalah limbah lignoselulosik yang banyak terdapat di Indonesia. Limbah ini berasal dari pertanian dan mengandung selulosa, hemiselulosa, serta lignin, yang dapat diubah secara biologis menjadi senyawa lain. Selulosa sendiri merupakan sumber karbon yang bisa dimanfaatkan mikroorganisme dalam fermentasi untuk menghasilkan produk bernilai ekonomi. Sekitar 30% dari buah jagung merupakan limbah berupa tongkol jagung (Fathuliah dkk., 2022).

Tongkol jagung memiliki sifat kimia dan fisika yang cocok untuk bahan energi alternatif seperti bioetanol. Kandungannya meliputi lignin 6,7–13,9%, hemiselulosa 39,8%, dan selulosa 32,3–45,6%. Selulosa jarang ditemukan murni di alam karena selalu terikat dengan lignin dan hemiselulosa (Fathuliah dkk., 2022).

Limbah pertanian berbasis biomassa dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif pengganti fosil, salah satunya briket dari bonggol jagung. Bonggol jagung adalah limbah biomassa yang jarang dimanfaatkan, padahal dapat mengurangi penggunaan energi seperti gas atau minyak tanah karena mampu menghasilkan panas tinggi. Bonggol jagung mengandung serat kasar 33%, selulosa 44,9%, lignin 33,3%, dengan energi 3.500–4.500 kal/gr, dan dapat mencapai suhu pembakaran hingga 205°C. Lignin berfungsi sebagai perekat alami, sedangkan selulosa adalah senyawa organik pada tumbuhan (Mu'jizat dkk., 2023). Berikut merupakan gambar tongkol jagung yang disajikan pada **Gambar 2.5**.



Gambar 2.5 Tongkol Jagung

2.5 Tepung Tapioka

Tepung tapioka berasal dari umbi ketela pohon dan sering digunakan untuk membuat kue serta berbagai masakan. Tepung ini dimanfaatkan sebagai perekat karena mengandung pati berbentuk karbohidrat yang menjadi cadangan makanan. Sebagai perekat, tapioka memiliki daya rekat lebih tinggi dibandingkan jenis tepung lainnya. Berikut merupakan gambar tepung tapioka yang disajikan pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2. 6 Tepung Tapioka

Tepung kanji atau tapioka adalah perekat yang lebih baik dibanding molasses atau silikat. Tepung ini dapat digunakan untuk merekatkan partikel bahan agar briket terbentuk dengan baik. Keunggulan pati tapioka adalah memiliki kekuatan gel yang baik, larutannya murni, dan daya rekat yang tinggi, sehingga banyak digunakan sebagai bahan perekat (Norhikmah dkk., 2021).

2.6 Kompor Briket

Kompor briket adalah alat masak yang memakai briket sebagai bahan bakar. Briket sendiri merupakan bahan padat yang dibuat dari batubara atau biomassa, bisa melalui proses karbonisasi atau tanpa karbonisasi. Saat ini, penggunaannya sudah umum karena pemerintah mendorong diversifikasi energi. Indonesia memiliki cadangan batubara dan biomassa yang melimpah, sehingga bahan baku pembuatan kompor mudah didapat dan memengaruhi bentuk serta kualitasnya. Menurut (Sampelawang., dkk, 2017) ketahanan serta kualitas pemanfaatan panasnya. Adapun jenis-jenisnya terdiri atas:

1. Kompor batubara merupakan salah satu jenis kompor yang dilapisi bahan baku tahan api, lebih tahan panas. Disebut sebagai kompor K1.

2. Kompor KM adalah kompor briket yang terbuat dari bahan logam bersifat tahan lama, tetapi juga dapat berkarat sehingga penampilannya berubah seiring dengan lamanya pemakaian. Selanjutnya disebut sebagai kompor K2.
3. Tungku tanah liat atau yang disebut juga dengan anglo yang terbuat dari bahan baku gerabah, yaitu tanah liat yang dibakar, banyak terdapat di masyarakat dan umumnya digunakan sebagian besar masyarakat pedesaan. Selanjutnya disebut sebagai kompor K3. Berikut merupakan kompor briket yang disajikan pada **Gambar 2.7.**



Gambar 2. 7 Kompor Briket

Briket bisa digunakan langsung sebagai bahan bakar atau dibakar dengan bantuan kompor. Pemakaian kompor biomassa membuat pembakaran dan perpindahan panas lebih efisien. Efisiensi ini mengurangi asap berbahaya bagi kesehatan dan membuat kebutuhan bahan bakar biomassa lebih sedikit. Dengan begitu, waktu dan biaya untuk mencari atau membeli bahan bakar juga berkurang (Apipi, dkk., 2023)

2.7 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, peneliti mencari referensi yang bisa dijadikan bahan perbandingan maupun tambahan informasi berupa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dalam bentuk buku atau jurnal. Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada penambahan biomassa tongkol jagung sebagai bahan campuran dalam pembuatan briket. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang disajikan pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Penelitian terdahulu terkait penelitian	
1	Nama Peneliti	Nabila Syafira, Bambang Prasetyo, dan Novi Kartika Sari
	Judul Jurnal	Pemanfaatan Lumpur Tinja Hasil Olahan IPLT Duri Kosambi Sebagai Pelet Briket (2020).
	Metode	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan melakukan uji kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, kadar karbon terikat, nilai kalor, nyala api, dan kecepatan pembakaran
	Hasil	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air terbaik terdapat pada campuran 60T:40S sebesar 8,73% (sesuai SNI $\leq 12\%$). Kadar abu terbaik ada pada campuran 50T:50S sebesar 24,51% (SNI $\leq 20\%$). Kadar zat terbang tertinggi dihasilkan oleh campuran 90T:10S sebesar 57,14% (SNI $\leq 22\%$). Kadar karbon terbaik ada pada 50T:50S sebesar 16,31%, dengan nilai kalor tertinggi 3914,66 kal/gr. Campuran 50T:50S juga memiliki nyala api tercepat, yaitu 2 menit, dan nyala bara hingga menjadi abu sempurna selama 44 menit, dengan laju pembakaran 0,03780 m/s.
2	Nama Peneliti	Paulo Martin Sanka ¹ , Olivier Germain, Leyla Khalifa, Hans Komakech dan Hezron Magambo (2024).
	Judul Jurnal	Produksi Briket Rendah Emisi Dari Lumpur Feses Berkarbonisasi Sebagai Sumber Alternatif Energi Memasak.
	Metode	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menguji kandungan seng (Zn), kadmium (Cd), timbal (Pb), karbon monoksida (CO), serta partikel debu halus PM _{2.5} dan PM ₁₀ .
	Hasil	Briket dari lumpur feses punya hasil yang baik dalam hal emisi, waktu pembakaran, dan kekuatan tekan. Namun, perlu tambahan bahan biomassa seperti serbuk gergaji

No	Penelitian terdahulu terkait penelitian	
		<p>dan debu arang untuk mempercepat penyalaan dan pembakaran. Dari segi kekuatan, briket ini tahan terhadap kerusakan akibat penanganan yang kurang hati-hati dan bisa terbakar lebih lama dibanding arang atau kayu bakar, yaitu sekitar 4 jam. Briket lumpur feses juga menghasilkan PM2.5 dan PM10 paling rendah, sehingga lebih aman digunakan dibanding briket arang atau serbuk gergaji. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan debu arang dan serbuk gergaji dapat meningkatkan kinerjanya, di mana debu arang membantu meningkatkan nilai kalor briket.</p>
3	Nama Peneliti	Mohamad Mirwan dan Insanul Mufti F (2020).
	Judul Jurnal	Pemanfaatan Lumpur IPAL Dan Serbuk Gergaji Menjadi Briket Alternatif.
	Metode	<p>Penelitian ini membahas pemanfaatan lumpur IPAL dan serbuk gergaji sebagai bahan briket alternatif, dengan menganalisis kadar air, kadar abu, nilai kalor, dan kekuatan tekan yang dihasilkan.</p>
	Hasil	<p>Lumpur IPAL dan serbuk gergaji bisa dijadikan bahan untuk membuat briket. Komposisi terbaik adalah perbandingan 1:2 antara lumpur IPAL dan serbuk gergaji dengan tambahan 20% molase. Briket ini memiliki nilai kalor 4180,90 kal/g, kadar air 1,60%, kadar abu 2,20%, waktu penyalaan awal 14,6 detik, durasi nyala 17,6 menit, dan api berukuran sedang.</p>
4	Nama Peneliti	<p>Nidia Fitri Sabrina, Herlin Febrian, Hasyim, Khairul Anam, Faesal Amri, Imam Fathurrahman, Hamzan Irawandi, Sely Armila, Mira Rahmayanti, Ayu Purnamasari, Defiya Purwanti 2025.</p>

No	Penelitian terdahulu terkait penelitian	
	Judul Jurnal	Pembuatan Briket Berbahan Dasar Tongkol Jagung Sebagai Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Limbah Jagung di Desa Sukarema.
	Metode	Pembuatan briket dari tongkol jagung dilakukan melalui proses pembakaran, penumbukan, pengayakan, pencampuran, pencetakan, dan penjemuran. Semua tahap ini masih dikerjakan dengan peralatan manual, mulai dari pembakaran hingga pencetakan, dengan penggunaan mesin yang sangat minim.
	Hasil	briket yang mengandung tepung tapioka lebih banyak daripada arang tongkol jagung cenderung retak, lebih berat, dan menghasilkan lebih banyak abu serta asap. Hal ini karena pati dalam tepung tapioka menyerap lebih banyak air, sehingga kadar abu meningkat. Komposisi terbaik untuk briket tongkol jagung adalah perbandingan 10:1.
5	Nama Peneliti	Ramadhan, Kadir, La Hasanudin.
	Judul Jurnal	Desain Dan Analisa Pembakaran Kompor Briket Biomassa.
	Metode	Penelitian ini bertujuan menganalisis jumlah lubang pada kompor briket dan membandingkannya dengan kompor minyak tanah. Data diperoleh melalui pengamatan langsung di masyarakat serta referensi dari buku dan jurnal. Hasil analisis pada kompor briket dengan 21, 33, dan 43 lubang menunjukkan bahwa kompor dengan 43 lubang adalah yang paling efektif.
	Hasil	Perbandingan jumlah lubang 21, 33, dan 43 menunjukkan bahwa lubang 43 lebih efektif untuk memanaskan air. Semakin banyak lubang, proses pembakaran semakin mendekati sempurna. Dengan bahan bakar 600 gram, air 500 ml, dan waktu yang sama, temperatur akhir yang

No	Penelitian terdahulu terkait penelitian	
		<p>dihasilkan adalah 54°C untuk 21 lubang, 80°C untuk 33 lubang, dan 100°C untuk 43 lubang. Dibandingkan dengan kompor minyak tanah, pemanasan air lebih cepat pada kompor minyak tanah (12 menit) dibanding kompor briket (15 menit) untuk mencapai suhu yang sama, yaitu 100°C.</p>

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Tahap Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan Metode yang digunakan adalah eksperimen. Desain penelitian yang digunakan adalah quasi eksperimen, quasi eksperimen adalah desain penelitian yang tidak menggunakan penugasan acak, tetapi menggunakan kelompok yang sudah ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan mutu briket dari potensi limbah tinja hasil olahan IPLT Kota Palu dengan tambahan biomassa tongkol jagung. Metode ini melibatkan pembuatan sampel sebanyak tiga komposisi dengan tambahan bahan baku tongkol jagung, dan melakukan pengujian meliputi kadar air, kadar abu, dan nilai kalor, serta menganalisis nyala api dan efesiensi kompor briket.

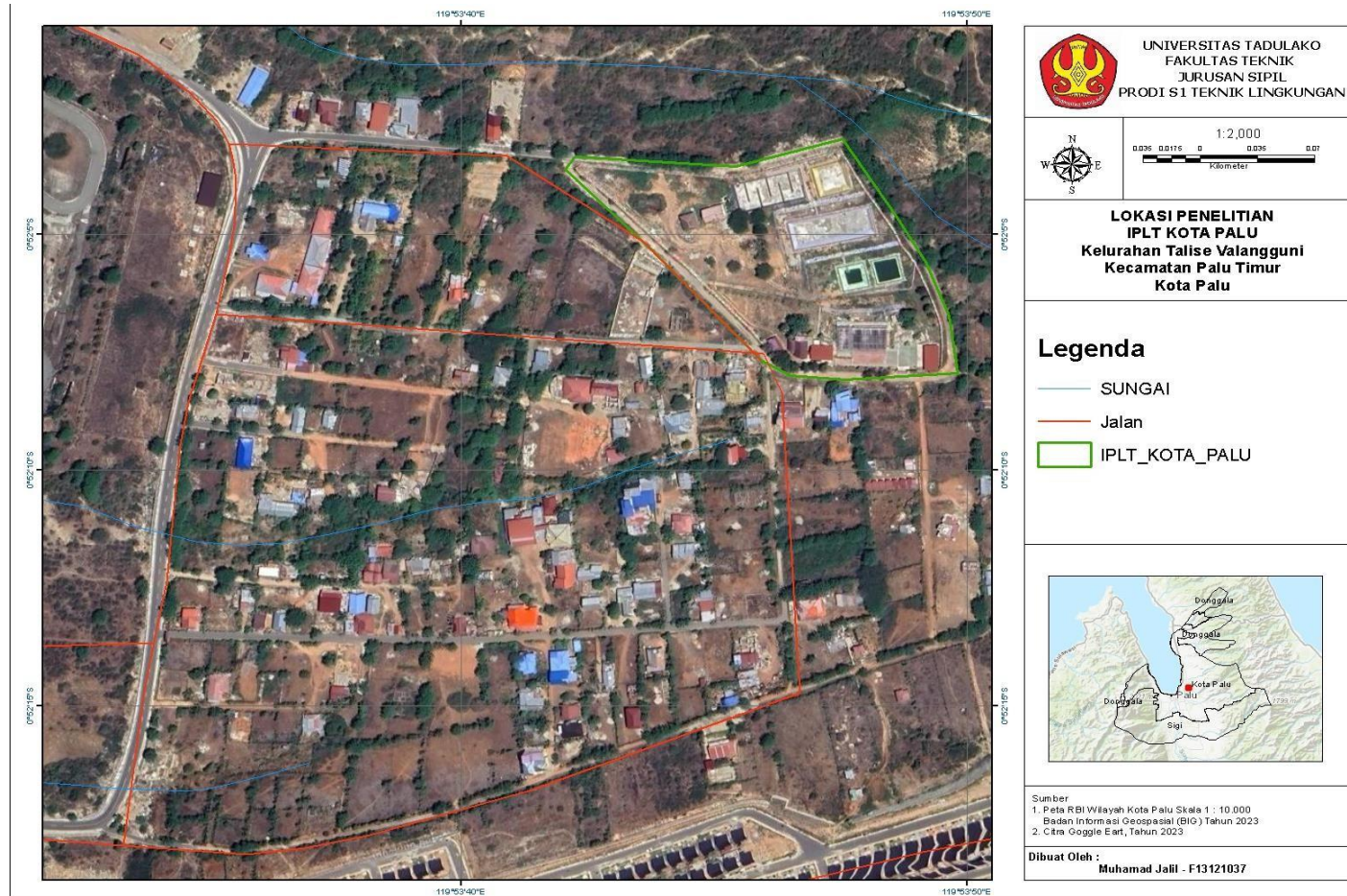
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Proses penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 3 bulan, terhitung sejak tanggal dikeluarkannya izin penelitian. Dua bulan di antaranya digunakan untuk pengumpulan data, dan satu bulan berikutnya untuk pengolahan data, termasuk penyusunan skripsi dan proses bimbingan

3.2.2 Lokasi Penelitian

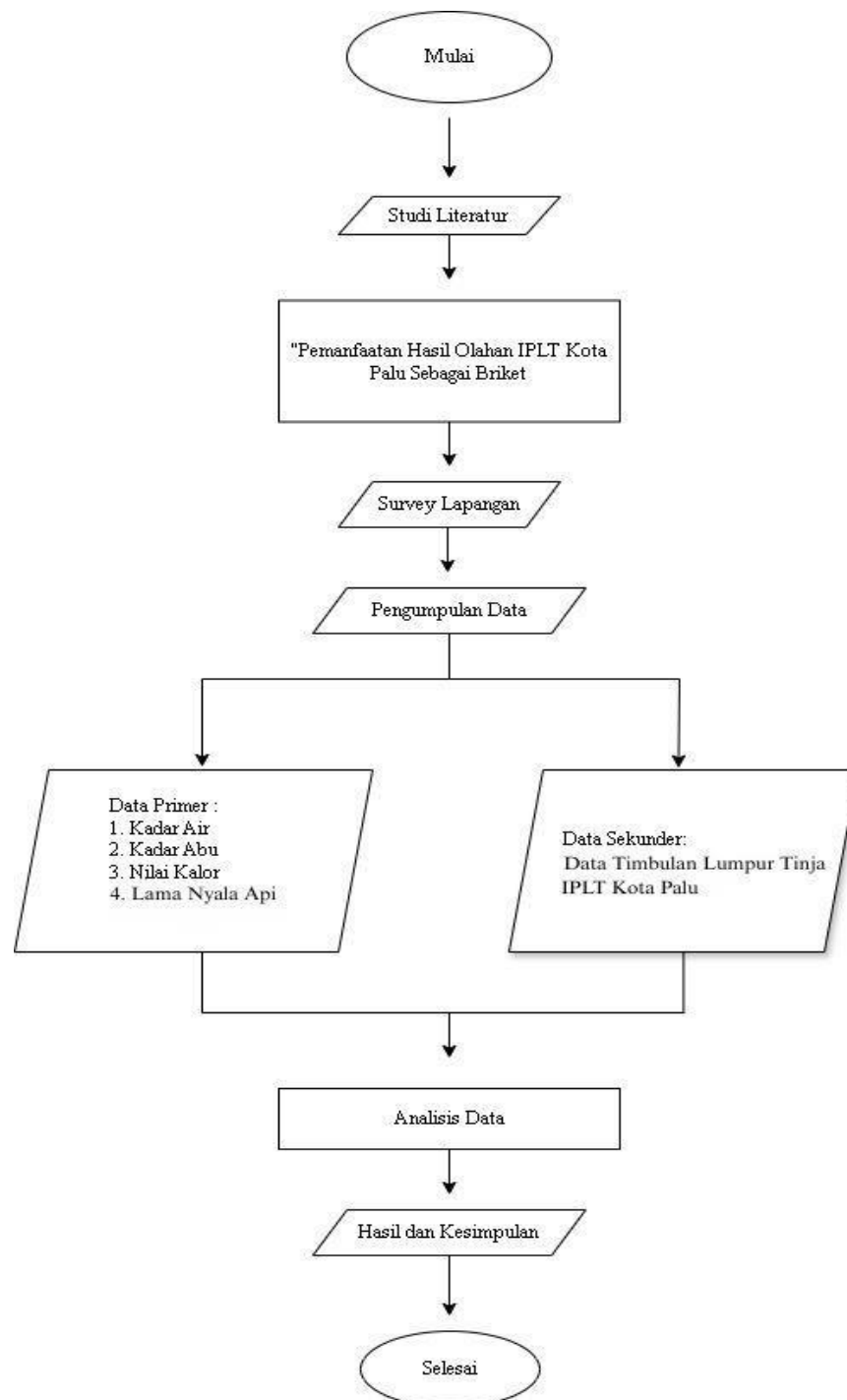
Lokasi pengambilan sampel lumpur tinja dilakukan di IPLT Kota Palu, yang memiliki fasilitas penunjang untuk pengolahan lumpur tinja, seperti Bak *Imhoff*, Kolam Anaerob 1 & 2, Kolam Fakultatif 1 & 2, Kolam Maturasi, *Solid Separation Camper*, *Drying Area* dan kolam Disinfektan. Lokasi yang akan digunakan untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah di *Drying Area*.



Gambar 3. 1 Gambar Lokasi IPLT Kota Palu

3.3 Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan alir penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini di sajikan dalam **Gambar 3.2**



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. Alat cetak | 11. Cawan petri |
| 2. Timbangan digital | 12. Sendok zat |
| 3. Panci | 13. Desikator |
| 4. Kompor | 14. Oven |
| 5. Spatula kayu | 15. Neraca analitik |
| 6. Ayakan | 16. Tanur |
| 7. Stopwatch | 17. Cawan porselin |
| 8. Kompor briket | 18. Gegep |
| 9. Masker | |
| 10. Sarung tangan | |

3.4.2 Bahan

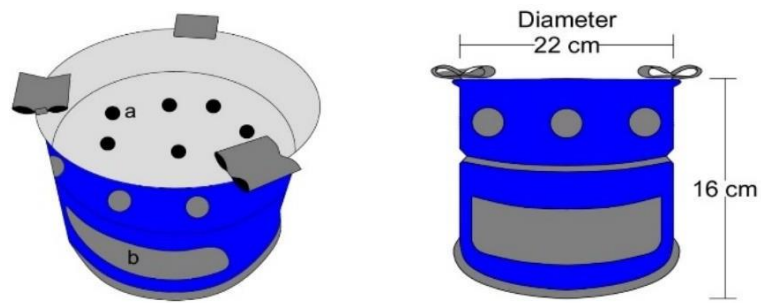
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Lumpur Tinja
2. Tongkol Jagung
3. Tepung Tapioka
4. Kaleng Bekas

3.5 Prosedur Perlakuan (*Treatment*)

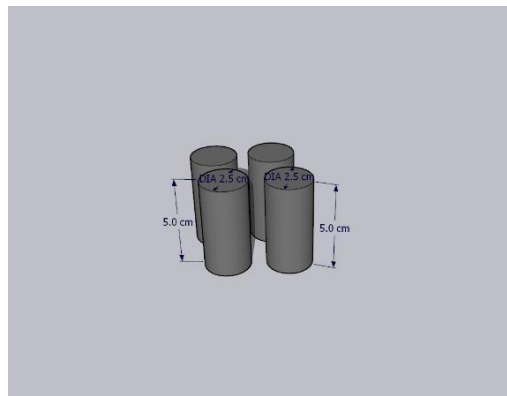
Adapun prosedur pada penelitian ini meliputi tahap pembuatan kompor briket, tahap pembuatan sampel dan tahap pengujian sampel sebagai berikut:

Berikut gambar kompor briket yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada **Gambar 3.3**



Gambar 3. 3 Kompur Briket

Brikut gambar sampel yang digunakan dalam penelitian ini yang disajikan pada **Gambar 3.4**



Gambar 3. 4 Sampel Briket

3.5.1 Tahap Pembuatan Kompur Briket

Adapun tahap pembuatan kompor briket adalah sebagai brikut:

1. Menyediakan kaleng bekas yang akan digunakan sebagai kompor briket
2. Membuka tutup kaleng untuk dijadikan sebagai tempat menaruh briket, setelah itu memasang seng melingkar yang telah dilubangi.
3. Melubangi bagian bawah kaleng sebagai tempat keluarnya abu
4. Melubangi bagian samping kaleng sebagai tempat keluar masuknya (sirkulasi) udara. Setelah itu kompor dapat digunakan

3.5.2 Tahap Pembuatan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

Tabel 3. 1 Data Sampel Pengujian

Varian Komposisi	Total Sampel			
	Kadar air	Kadar abu	Kalor	Lama nyala api
Lumpur tinja 65% : Tepung tapioka 10% : Tongkol jagung 25%	3	3	3	3
Lumpur tinja 45% : Tepung tapioka 10% : Tongkol jagung 45%	3	3	3	3
Lumpur tinja 25% : Tepung tapioka 10% : Tongkol jagung 65%	3	3	3	3

Adapun tahapan pembuatan sample pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat alat cetak briket.
2. Mengumpulkan lumpur tinja yang sudah melalui proses pengolahan awal dan tongkol jagung yang sudah dihanguskan untuk dicampurkan. Selanjutnya, menggiling tongkol jagung hingga menjadi serpihan kecil atau serbuk agar mudah tercampur dengan lumpur tinja.
3. Mengayak lumpur tinja untuk menghilangkan bahan-bahan lain yang tercampur di dalamnya.
4. Proses pembuatan briket dilakukan dengan menimbang lumpur tinja, tepung tapioka, dan tongkol jagung dengan varian komposisi yang telah ditetapkan yaitu 65% lumpur tinja, 10% tepung tapioka dan 25% tongkol jagung, 45% lumpur tinja, 10% tepung tapioka dan 45% tongkol jagung, 25% lumpur tinja, 10% tepung tapioka dan 65% tongkol jagung.
5. Mencampurkan lumpur tinja dan tongkol jagung, kemudian menambahkan tepung kanji sebagai perekat guna meningkatkan kekuatan ikatan antarpartikel. Tambahkan air secukupnya hingga campuran menjadi lembek agar mudah dibentuk menjadi briket.
6. Mengambil campuran yang telah tercampur secara merata, lalu mencetaknya menjadi briket menggunakan alat cetak. Setelah itu, meletakkan briket di bawah

sinar matahari langsung untuk proses pengeringan. Pastikan briket benar-benar kering dan mengeras.

7. Setelah briket kering, menyimpannya di tempat yang kering dan terlindung dari kelembapan. Briket siap untuk dilakukan pengujian kualitas.
8. Setelah dilakukan pengujian kualitas, briket digunakan pada kompor berbahan bakar briket untuk mengetahui efisiensi penggunaan kompor tersebut.

3.5.3 Tahap Pengujian Sampel

1. Kadar Air

Cawan dikeringkan terlebih dahulu selama 1 jam dalam oven pada suhu 105°C, lalu didinginkan dalam desikator selama 1/2 jam kemudian beratnya ditimbang. Setelah itu sampel ditimbang seberat 5 gram, dimasukkan kedalam cawan, kemudian dimasukkan kedalam oven selama 3 jam pada suhu 105°C, lalu didinginkan dalam desikator selama 1 jam dan ditimbang. Kemudian masukkan Kembali sampel kedalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C, lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang, ulangi pemanasan dan penimbangan hingga diperoleh bobot tetap.

2. Kadar Abu

Sampel sebanyak 1g ditimbang pada cawan porselen yang sudah diketahui bobotnya. Selanjutnya ditanur pada suhu 550°C hingga pengabuan sempurna. Setelah itu didinginkan dalam desikator (sekali-kali pintu dibuka sedikit, agar oksigen bisa masuk). Kemudian ditimbang hingga diperoleh bobot tetap

3. Nilai Kalor

Nilai Kalor Pembakaran dimulai dari perantaraan kawat besi yang berpijar seketika karena adanya arus listrik. Pembacaan dilakukan ketika suhu mulai naik hingga mencapai suhu tertinggi, kemudian suhu mulai turun perlahan dan bomb diangkat dari kalorimeter dan dibuka perlahan-lahan.

4. Nyala Api

Pengujian nyala api dilakukan untuk mengetahui lama waktu pembakaran briket hingga habis menjadi abu. Proses pengujian dilakukan dengan cara membakar briket pada kompor briket maupun dengan metode pembakaran seperti arang. Waktu pembakaran dicatat mulai dari saat api pertama kali

menyala hingga briket menjadi abu. Pada penelitian ini, pengujian nyala api hanya difokuskan untuk membandingkan ketiga komposisi briket yang digunakan.

3.6 Analisis Data

Metode yang digunakan dalam pengolahan data hasil penelitian ini adalah metode statistik. Statistik deskriptif merupakan bidang ilmu statistika yang mempelajari cara-cara pengumpulan, penyusunan, dan penyajian data suatu penelitian. Metode statistik deskriptif ini digunakan untuk mengolah data yang diperoleh dari analisa laboratorium dengan menggunakan metode rata-rata hitung.

3.6.1. Pengujian Laboratorium

Pengamatan dan Analisis data yang digunakan pada penelitian ini akan mengacu pada hasil uji laboratorium yang diolah dengan pengujian sebagai berikut:

1. Kadar Air

kadar Air (%) dihitung dengan persamaan brikut:

$$\text{Kadar Air } (\%) = \frac{A-(B-C)}{A} \times 100 \dots\dots\dots (3.1)$$

A: Berat sampel (gr)

B: Rata – Rata pengovenan

C: Berat cawan (gr)

2. Kadar Abu

kadar abu dihitung dengan persamaan brikut:

$$\text{Kadar Abu } (\%) = \frac{A-B}{C} \times 100 \dots\dots\dots (3.2)$$

A: Berat Akhir (gr)

B: Berat Cawan (gr)

C: Berat Sampel (gr)

3. Nilai Kalor

Pengujian kalor dilakukan dengan menggunakan alat bomb calorimeter

4. Nyala Api

Pengukuran nyala api dilakukan dengan menggunakan alat Stopwatch

5. Efisiensi penggunaan kompor briket

Metode ini dilakukan dengan melakukan pengujian efisiensi waktu pendidihan air menggunakan kompor briket sebagai medianya untuk membandingkan briket lumpur tinja dengan briket batok kelapa, serta efisiensi kedua bahan bakar tersebut dari segi ekonomis.

3.6.2. Analisis Statistik

Setelah mendapatkan data hasil uji laboratorium, selanjutnya dilakukan pengolahan data dan pengujian hipotesa untuk melihat signifikansi pada perlakuan menggunakan *Statistical Package for Social Science* (SPSS) dengan pengujian sebagai berikut:

1. Uji *One-Way Anova*

Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antara kelompok perlakuan dengan rasio komposisi yang berbeda:

- a. Jika nilai signifikansi (Sig) $> 0,05$, maka tidak ada perbedaan signifikan antar perlakuan (H_0 diterima).
- b. Jika nilai signifikansi (Sig) $< 0,05$, maka ada perbedaan signifikan antar perlakuan (H_0 ditolak).

2. Uji *Post Hoc Tukey*

Jika uji ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan (Sig $< 0,05$), dilakukan uji lanjut Post Hoc untuk mengetahui kelompok mana saja yang berbeda. Uji Post Hoc yang digunakan adalah:

- a. Tukey's Honestly Significant Difference (HSD), cocok untuk jumlah kelompok yang relatif sedikit dan ukuran sampel yang sama, mengurangi risiko kesalahan tipe I dan II.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Pada bab ini akan dipaparkan hasil pengujian mutu briket serta menganalisis lama nyala api serta efesiensi penggunaan kompor briket yang dihasilkan dari pemanfaatan lumpur tinja dan tongkol jagung. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Tadulako, dan Laboratorium Penelitian Prodi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Tadulako. Proses pembuatan briket mengikuti prosedur standar, mulai dari pencampuran bahan, pencetakan, hingga proses pengeringan yang dilakukan selama 14 hari dengan menggunakan panas matahari.

Sampel yang diuji terbuat dari lumpur tinja, dengan tambahan tongkol jagung, dan perekat tepung kanji yang memiliki tiga varian komposisi yaitu 65: 10:25, 45:10:45, dan 25:10:65. Setiap variasi dibuat sebanyak tiga sampel untuk memperoleh data yang representatif dan meminimalisir kesalahan pengukuran. Pengujian yang dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, kalor serta menganalisis lama nyala api dan efesiensi penggunaan kompor briket.

Selain itu, penelitian ini juga memperhatikan aspek lingkungan dengan memanfaatkan limbah tinja sebagai bahan utama, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam pengelolaan limbah dan pengembangan energi alternatif.

4.2 Hasil

4.2.1 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu penentu kualitas briket. Kadar air menunjukkan air yang terkandung di dalam briket, kadar air yang terkandung pada briket diharapkan memiliki nilai yang rendah agar menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Kadar air pada briket dikatakan memenuhi standar baku mutu briket apabila memiliki nilai yaitu $\leq 12\%$.

Setiap pengulangan perlakuan dengan berbagai varian komposisi limbah tinja dan tongkol jagung sebagai briket menghasilkan variasi nilai kadar air yang berbeda. Adapun perhitungan presentase peningkatan kadar air dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

1. Komposisi 65% lumpur tinja 10% perekat dan 25% tongkol jagung

$$\begin{aligned} \text{a. Kadar Air \%} &= \frac{16,95 - (42,660 - 27,01)}{16,95} \times 100 \\ &= 7,670 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kadar Air \%} &= \frac{16,68 - (42,550 - 27,18)}{16,68} \times 100 \\ &= 7,854 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kadar Air \%} &= \frac{16,34 - (42,095 - 27,02)}{16,34} \times 100 \\ &= 7,742 \% \end{aligned}$$

2. Komposisi 45% lumpur tinja 10% perekat 45% tongkol jagung

$$\begin{aligned} \text{a. Kadar Air \%} &= \frac{12,61 - (40,765 - 28,80)}{12,61} \times 100 \\ &= 5,115 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kadar Air \%} &= \frac{13,55 - (41,140 - 28,32)}{13,55} \times 100 \\ &= 5,387 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kadar Air \%} &= \frac{12,89 - (40,192 - 27,97)}{12,89} \times 100 \\ &= 5,159 \% \end{aligned}$$

3. Komposisi 25% lumpur tinja 10% perekat 65% tongkol jagung

$$\begin{aligned} \text{a. Kadar Air \%} &= \frac{15,32 - (40,140 - 25,80)}{15,32} \times 100 \\ &= 6,397 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kadar Air \%} &= \frac{14,27 - (41,584 - 28,22)}{14,27} \times 100 \\ &= 6,342 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kadar Air \%} &= \frac{16,64 - (40,685 - 25,07)}{16,64} \times 100 \\ &= 6,160 \% \end{aligned}$$

Tabel 4. 1 Tabel Rata – Rata Kadar Air

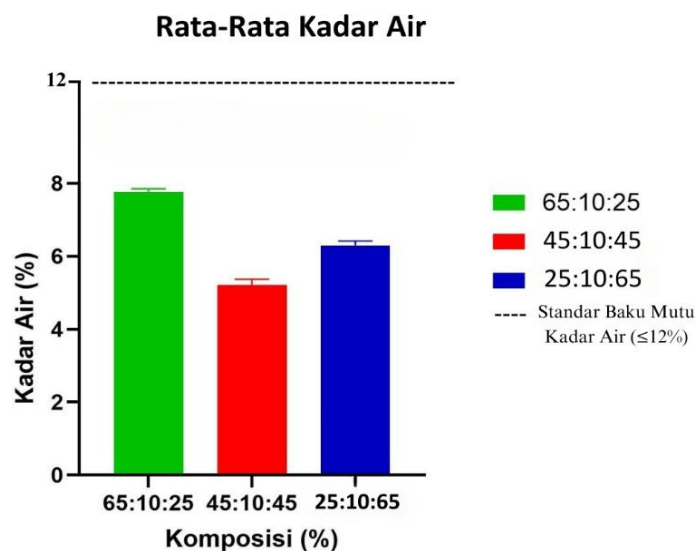
Komposisi (%)	Replikasi	Kadar Air (%)	Rata – Rata (%)
65:10:25	A1	7,670	7,755
	A2	7,854	
	A3	7,742	
45:10:45	B1	5,115	5,220
	B2	5,387	
	B3	5,159	
25:10:65	C1	6,397	6,299
	C2	6,342	
	C3	6,160	

Sumber: Analisis Data, 2025

Berdasarkan hasil pengujian kadar air briket dari lumpur tinja dengan tambahan tongkol jagung, diperoleh bahwa semua perlakuan menunjukkan hasil yang konsisten dan juga suda masuk dalam standar baku mutu briket khususnya kadar air karena berada dibawah ≤ 12 %. Komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung, menghasilkan kadar air paling rendah dibandingkan

dengan komposisi lainnya, yaitu pada replikasi B1, B2, dan B3 berkisar antara 5,115 hingga 5,387%. Sebaliknya, komposisi 65% lumpur tinja 10% perekat dan 25% tongkol jagung menunjukkan kadar air paling tinggi, dengan nilai pada replikasi A1, A2, dan A3 berkisar antara 7,670 hingga 7,840%. Sementara itu, komposisi 25% lumpur tinja 10% perekat dan 65% tongkol jagung memberikan nilai kadar air di tengah-tengah kedua komposisi tersebut, yaitu pada replikasi C1, C2, dan C3 berkisar antara 6,160 hingga 6,397%.

Dengan demikian didapatkan komposisi 45:10:45 merupakan perlakuan dengan hasil kadar air yang paling terbaik dan hasil yang konsisten antar replikasi perlakuan, sehingga sesuai dengan standar kualitas briket.



Gambar 4. 1 Nilai Rata – Rata Kadar Air

Gambar grafik di atas menunjukkan semua nilai yang dihasilkan berada dalam standar baku mutu briket yaitu ≤ 12 . rata-rata kadar air antara komposisi briket lumpur tinja dengan tambahan tongkol jagung. Kelompok komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat dan 25% tongkol jagung (hijau) memiliki kadar air tertinggi, yaitu 7,755. Komposisi 25% lumpur tinja 10% perekat dan 65% tongkol jagung (biru) menunjukkan kadar air sebesar 6,299, sedangkan komposisi 45%

lumpur tinja 10% perekat, dan 45% tongkol jagung (merah) memiliki kadar air terendah, yakni dengan rata – rata 5,220. Dapat terlihat bahwa perubahan komposisi berpengaruh terhadap kadar air, di mana komposisi 65:10:25 (hijau) cenderung menghasilkan kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi 45:10:45 (merah), namun demikian walaupun komposisi 65:10:25 menghasilkan kadar air tertinggi nilai dari komposisi tersebut masih masuk dalam standar baku mutu briket khususnya kadar air.

4.2.5 Kadar Abu

Kadar abu merupakan jumlah residu padat yang tersisa setelah briket dibakar pada suhu tinggi. Abu ini terdiri dari mineral anorganik yang tidak terbakar, seperti silika, kalsium, magnesium, dan oksida logam lainnya. Nilai kadar abu sangat penting karena memengaruhi kualitas pembakaran briket. Semakin rendah kadar abu, semakin baik kualitas briket, karena menghasilkan lebih sedikit residu, tidak cepat menutupi permukaan pembakaran, dan lebih ramah lingkungan. Kadar abu pada briket dikatakan memenuhi standar baku mutu apabila mempunyai nilai $\leq 20\%$.

Setiap pengulangan perlakuan dengan berbagai varian komposisi limbah tinja dan tongkol jagung sebagai briket menghasilkan variasi nilai kadar abu yang berbeda. Adapun perhitungan presentase peningkatan kadar abu dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

1. Komposisi 65% lumpur tinja 10% perekat dan 25% tongkol jagung

$$\begin{aligned} \text{a. Kadar Abu \%} &= \frac{32,08 - 31,32}{08} \times 100 \\ &= 19,750 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kadar Abu \%} &= \frac{30,09 - 29,32}{8,01} \times 100 \\ &= 19,506 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. Kadar Abu \%} &= \frac{29,28 - 27,61}{8,04} \times 100 \\ &= 19,881\end{aligned}$$

2. Komposisi 45% lumpur tinja tinja 10% perekat 25% tongkol jagung

$$\begin{aligned}\text{a. Kadar Abu \%} &= \frac{28,71 - 27,51}{5,57} \times 100 \\ &= 21,544 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b. Kadar Abu \%} &= \frac{30,48 - 29,32}{5,45} \times 100 \\ &= 21,284 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. Kadar Abu \%} &= \frac{29,35 - 28,22}{5,30} \times 100 \\ &= 21,321 \%\end{aligned}$$

3. Komposisi 25% lumpur tinja 10% perekat dan 65% tongkol jagung

$$\begin{aligned}\text{a. Kadar Abu \%} &= \frac{32,34 - 30,11}{10,04} \times 100 \\ &= 22,211 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b. Kadar Abu \%} &= \frac{29,74 - 27,48}{10,11} \times 100 \\ &= 22,354 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. Kadar Air \%} &= \frac{31,54 - 29,34}{10,09} \times 100 \\ &= 21,804 \%\end{aligned}$$

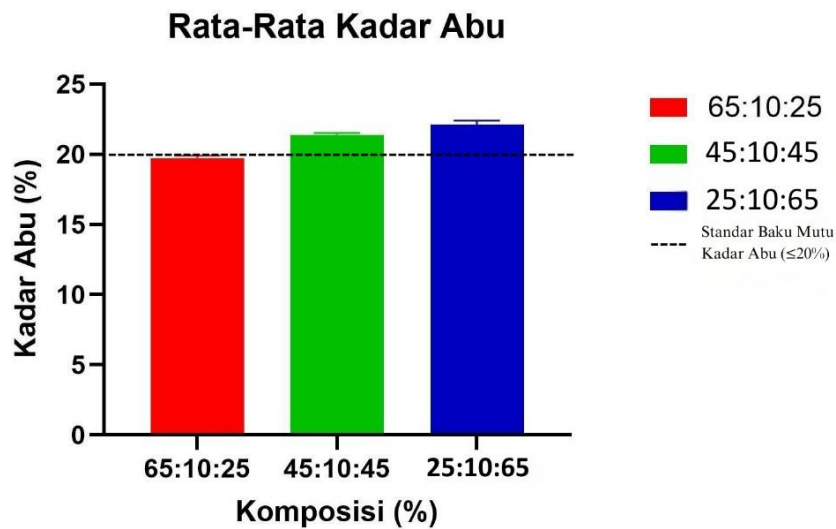
Tabel 4. 2 Tabel Rata – Rata Kadar Abu

Komposisi (%)	Replikasi	Kadar Abu (%)	Rata – Rata (%)
65:10:25	A1	19,750	19,712
	A2	19,506	
	A3	19,881	
45:10:45	B1	21,544	21,283
	B2	21,284	
	B3	21,321	
25:10:65	C1	22,211	22, 083
	C2	22,234	
	C3	21,804	

Sumber: Analisis Data, 2025

Berdasarkan **Tabel 4.2** diatas menunjukkan hasil pengujian kadar abu pada briket lumpur tinja dan tongkol jagung, dimana hasil pada komposisi 65% lumpur tinja 10% perekat 25% tongkol jagung dengan nilai yang dihasilkan berkisaran antara 19,506 sampai 19,881, sehingga pada komposisi tersebut termasuk dalam standar baku mutu briket khususnya kadar abu. Pada 25% lumpur tinja 10% perekat dan 65% tongkol jagung yaitu, replikasi C1, C2, C3 menunjukkan nilai 21,804 hingga 22,234 dan pada komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung yaitu replikasi B1, B2, B3 menunjukkan nilai 21,284 hingga 21,544 yang berarti kedua komposisi tersebut memiliki nilai yang hampir sama.

Dari hasil keseluruhan pengujian, setiap komposisi menunjukkan hasil yang konsisten. Komposisi dengan 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung memiliki kadar abu terendah, serta memenuhi standar baku mutu briket untuk kadar abu karena nilainya berada di bawah $\leq 20\%$.



Gambar 4. 2 Nilai Rata – Rata Kadar Abu

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan rata-rata kadar abu (%) berdasarkan komposisi briket lumpur tinja dengan tambahan tongkol jagung. Hasil grafik memperlihatkan bahwa komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung berwarna (merah) memiliki kadar abu terendah, yaitu dengan rata – rata 19,721%, serta memenuhi standar baku mutu briket untuk kadar abu karena nilainya berada di bawah $\leq 20\%$. Pada komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung berwarna (hijau) menunjukkan kadar abu sedikit lebih rendah, yaitu rata – rata sekitar 21,283%. Komposisi 25% lumpur tinja 10% perekat dan 65% tongkol jagung berwarna (biru) memiliki kadar abu tertinggi dibandingkan kedua komposisi lainnya, yaitu sekitar 22,083%. Secara umum, perbedaan komposisi memberikan variasi terhadap kadar abu yang dihasilkan, dengan rentang kadar abu di antara 19,721% hingga 22,083%.

Dari hasil keseluruhan pengujian, setiap komposisi menunjukkan hasil yang konsisten. Komposisi dengan 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung memiliki kadar abu terendah, serta memenuhi standar baku mutu briket untuk kadar abu karena nilainya berada di bawah $\leq 20\%$.

4.2.3 Kalor

Nilai kalor adalah jumlah energi panas maksimum yang ditimbulkan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna per satuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Penentuan nilai kalor pada penelitian ini agar dapat diketahui kualitas nyala yang dimiliki briket limbah tinja dan tongkol jagung. Nilai Kalor pada briket dikatakan memenuhi standar baku mutu apabila mempunyai nilai 4000-5000 cal/gr.

Setiap pengulangan perlakuan dengan berbagai varian komposisi limbah tinja dan tongkol jagung sebagai briket menghasilkan variasi nilai kalor yang berbeda. Adapun data pengujian kalor dapat dilihat pada tabel berikut

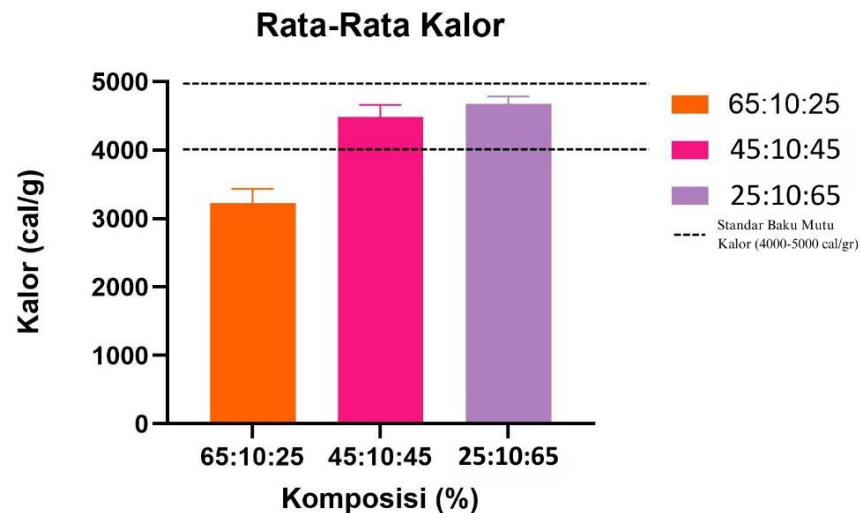
Tabel 4. 3 Tabel Rata – Rata kalor

Komposisi (%)	Replikasi	Kalor (cal/gr)	Rata – Rata (cal/gr)
65:10:25	A1	3078	3221
	A2	3118	
	A3	3468	
45:10:45	B1	4329	4481
	B2	4678	
	B3	4438	
25:10:65	C1	4560	4672
	C2	4789	
	C3	4669	

Sumber: Analisis Data, 2025

Pada **Tabel 4.3** terlihat bahwa nilai kalor pada briket dari lumpur tinja dan tongkol jagung menunjukkan hasil yang relatif konsisten. Komposisi 25% lumpur tinja 10% perekat dan 65% tongkol jagung serta komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung menghasilkan nilai kalor yang hampir sama, yaitu berkisar antara 4.329 hingga 4.789 kal/g. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua komposisi tersebut telah memenuhi standar SNI briket. Sementara itu, komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung (replikasi C1, C2, dan C3)

menghasilkan nilai kalor terendah dibandingkan komposisi lainnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa komposisi 25:10:65 dan 45:10:45 menghasilkan nilai kalor tertinggi, Serta telah memenuhi syarat standar baku mutu briket yaitu kalor



Gambar 4. 3 Nilai Rata – Rata Kalor

Berdasarkan grafik diatas yaitu nilai rata-rata kalor pada komposisi 25% lumpur tinja 10% perekat dan 65% tongkol jagung (ungu), serta komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung (pink) menghasilkan nilai kalor yang hampir sama, kedua komposisi tersebut telah masuk dalam standar baku mutu briket karena menghasilkan nilai 4000-5000 cal/gr. sedangkan pada komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung (replikasi C1, C2, dan C3) menunjukkan nilai rata-rata paling rendah dibandingkan dengan komposisi lainnya yaitu 3221 cal/g, yang berarti tidak memenuhi baku mutu yang ada. Dengan demikian, setiap variasi komposisi menunjukkan perbedaan nilai kalor yang cukup signifikan.

4.2.4 Lama nyala api

Lama nyala api pada briket adalah waktu yang dibutuhkan briket untuk menyala dan bertahan hingga habis menjadi abu saat dibakar. Lama nyala api ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kadar air dalam briket, ukuran partikel bahan baku, dan komposisi bahan penyusun briket.

Faktor kadar air juga sangat berpengaruh karena semakin tinggi kadar air dalam briket, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk briket menyala dan api muncul. Demikian pula ukuran partikel serbuk arang yang halus membuat kepadatan briket lebih rapat sehingga menghambat sirkulasi udara dan memperlambat nyala api. Pada penelitian ini, pengujian nyala api hanya difokuskan untuk membandingkan ketiga komposisi briket yang digunakan.

Tabel 4. 4 Nilai Rata – Rata Nyala Api

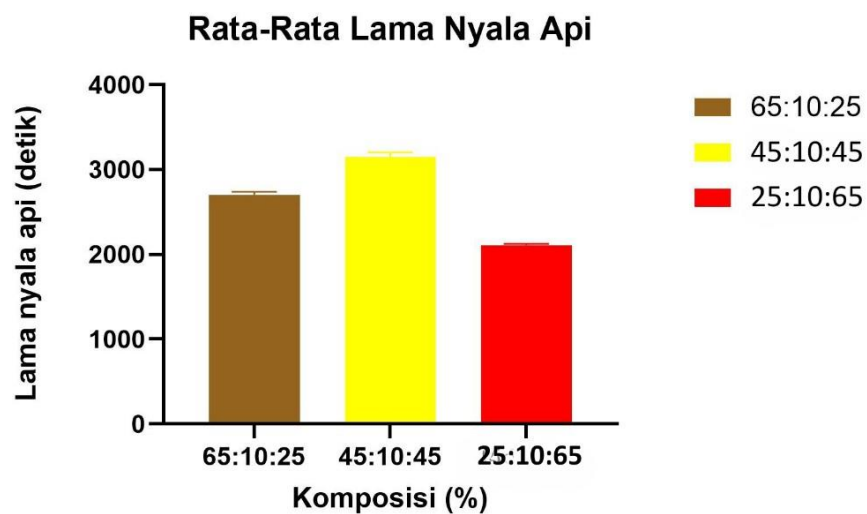
Komposisi (%)	Replikasi	Waktu pembakaran hingga jadi abu (detik)	Rata – Rata (detik)
65:10:25	A1	2735	2702,33
	A2	2709	
	A3	2127	
45:10:45	B1	3191	3145,33
	B2	3161	
	B3	3084	
25:10:65	C1	2100	2106,66
	C2	2093	
	C3	2127	

Sumber: Analisis Data, 2025

Pada tabel diketahui bahwa briket dengan campuran 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung memberikan nyala bara sampai menjadi abu terlama yaitu dengan rata – rata 3145,33detik atau sekitar 52 menit. Sementara nyala bara tercepat adalah pada komposisi, 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65%

tongkol jagung dengan rata – rata 2106,66 detik, artinya kecepatan terbakarnya

briket menjadi abu akan sangat singkat hanya selama 35 menit. Pada komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung berada ditengah antara dua komposisi tersebut dengan waktu yang dimiliki rata – rata 2702,33 detik atau sekitar 45 menit. Sehingga dapat disimpulkan komposisi briket dengan waktu nyala bara terlama didapatkan pada komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung dengan waktu 52 menit.



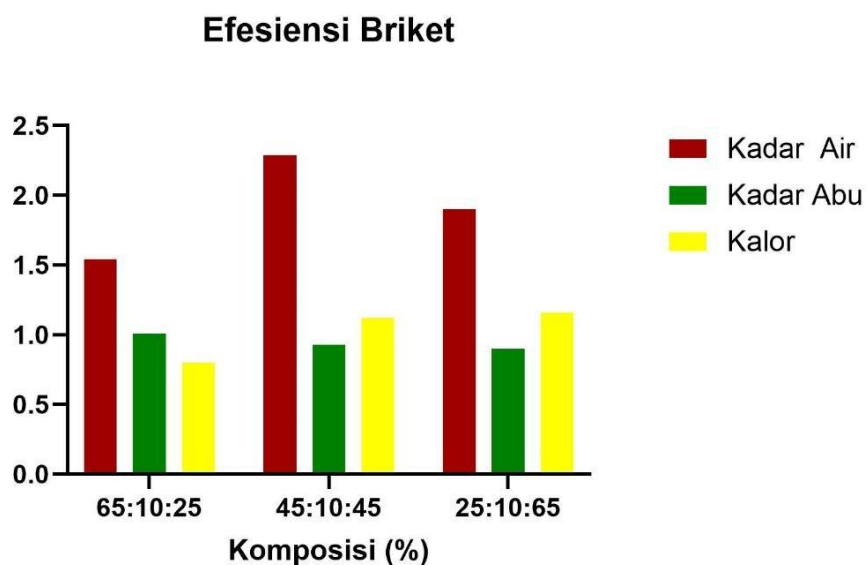
Gambar 4. 4 Nilai Rata – Rata Lama Nyala Api

Grafik diatas menunjukkan rata-rata lama nyala api dalam satuan detik pada berbagai komposisi persen campuran. Dari grafik terlihat bahwa komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung dengan warna kuning menghasilkan waktu nyala api terpanjang, yaitu 3145,33 detik atau sekitar 52 menit. Komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung yang diwakili warna coklat memiliki waktu nyala api yang lebih pendek, yaitu 2702,33 detik atau sekitar 45 menit. Sedangkan komposisi 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung diwakili dengan warna merah memiliki rata-rata lama nyala api terpendek, yaitu sekitar 35 menit. Data ini mengindikasikan bahwa variasi komposisi campuran berpengaruh signifikan terhadap durasi nyala api, dengan komposisi coklat memberikan durasi nyala api yang paling optimal dibandingkan dua komposisi lainnya.

4.2.5 Efisiensi Penggunaan Kompor Briket

Efisiensi merupakan suatu ukuran yang menunjukkan seberapa besar energi yang dapat dimanfaatkan secara berguna dibandingkan dengan energi yang digunakan secara keseluruhan. Dalam konteks penggunaan kompor, efisiensi dapat diartikan sebagai perbandingan antara energi panas yang benar-benar diserap oleh bahan yang dipanaskan (misalnya air) dengan total energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar yang digunakan.

Secara sederhana, efisiensi dapat dihitung dengan membandingkan energi yang dibutuhkan untuk memanaskan air dengan energi total yang dilepaskan oleh bahan bakar. Energi yang diterima oleh air diperoleh dari perkalian massa air, kalor jenis air, dan perubahan suhu yang terjadi. Sedangkan energi yang dihasilkan dari bahan bakar diperoleh dari perkalian massa bahan bakar yang terpakai dengan nilai kalor bahan bakar tersebut. Berikut merupakan grafik efisiensi yang disajikan pada Gambar



Gambar 4. 5 Efisiensi Briket

Berdasarkan grafik diatas, komposisi briket yang digunakan adalah 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung. Komposisi ini dipilih karena merupakan formulasi terbaik secara keseluruhan, yaitu menghasilkan kadar air paling rendah sebesar 5,222%, nilai kalor cukup tinggi sesuai standar sebesar 4481

kal/g, serta lama nyala api yang optimal dengan rata-rata 3145,33 detik atau sekitar 52 menit. Meskipun kadar abu yang dihasilkan sebesar 21,283% tidak memenuhi standar baku mutu, nilainya tidak terpaut jauh dari batas standar. Oleh karena itu, komposisi ini dipilih untuk pengujian efisiensi yang kemudian dibandingkan dengan briket batok kelapa.

1. Perbandingan Efisiensi Waktu dan Ekonomis antara briket lumpur tinja dengan briket batok kelapa.

Tabel 4. 5 Efisiensi Kompor Briket

Bahan	Harga (Rp)	Bahan Bakar (gr/ml)	Air (ml)	Waktu Mendidih (detik)
Briket Lumpur tinja	3.500	500 gr	500	695
Briket Batok kelapa	5.000	500 gr	500	480

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan data yang diberikan, terdapat perbandingan antara dua jenis bahan bakar dalam merebus 500 ml air, yaitu briket lumpur tinja, dan briket batok kelapa. Dari segi harga, briket lumpur tinja adalah yang paling murah dengan biaya hanya 3.500 rupiah untuk 500 gram bahan bakar. Sedangkan briket batok kelapa 5.000 rupiah untuk 500 ml.

Ketika melihat waktu yang dibutuhkan untuk merebus air sebanyak 500 ml, briket batok kelapa kembali menunjukkan keunggulan dengan waktu tercepat, yaitu hanya 480 detik. Briket lumpur tinja membutuhkan waktu yang lebih lama, yaitu 695 detik.

Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa briket batok kelapa merupakan bahan bakar paling efisien dari segi waktu dan biaya untuk merebus air dalam volume yang sama.

4.2.6 Hasil Uji Statistik

Setelah dilakukan serangkaian pengujian laboratorium, maka langkah selanjutnya yaitu dilakukan pengolahan data menggunakan program komputer perangkat lunak SPSS yaitu *one-way anova*. Proses ini bertujuan untuk menentukan

apakah terdapat perbedaan signifikan antara kelompok perlakuan dengan komposisi yang berbeda secara statistik. Kemudian jika analisis uji ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\text{Sig} < 0,05$), dilakukan uji lanjut Post Hoc untuk mengetahui kelompok mana saja yang berbeda. Parameter kualitas yang dievaluasi adalah kadar air, kadar abu, dan kalor. Adapun hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada tabel berikut.

1. Kadar Air

Tabel 4. 6 Hasil Uji Anova pada Pengujian Kadar Air

Komposisi (%)	Kadar Air (%)	Nilai P
	Mean \pm SD	
65:10:25	7,76 \pm 0,09	0,000
45:10:45	5,22 \pm 0,15	
25:10:65	6,30 \pm 0,12	

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan **Tabel 4.6** diatas nilai P Value yang diperoleh Adalah 0,000 yang jauh lebih kecil dari tingkat signifikan 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik terdapat perbedaan yang sangat signifikan dalam pengujian kadar air akibat variasi komposisi yang diuji. Dengan kata lain, perubahan proporsi komposisi antara 65:10:25, 45:10:45, dan 25:10:65 memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar air. Dari hasil tersebut, komposisi 65% lumpur tinja 10% perekat, dan 25% tongkol jagung menghasilkan nilai kadar air tertinggi dengan rata – rata sebesar 7,76 %, sedangkan komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung memiliki nilai kadar air terendah dengan rata – rata 5,22%.

Untuk mengetahui kelompok komposisi mana saja yang memberikan perbedaan signifikan secara spesifik, dapat dilakukan uji lanjut seperti uji Tukey.

Tabel 4. 7 Hasil Uji Tukey pada Pengujian Kadar Air

Komposisi (%)	Kadar Air (%)	Nilai P
	Mean \pm SD	

65:10:25

$7,76 \pm 0,09$

0,000*

		0,000*
		0,000*
45:10:45	5,22 ± 0,15	0,000*
25:10:65	6,30 ± 0,12	0,000*
		0,000*

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan **Tabel 4.7** diatas menyajikan hasil uji Tukey yang menunjukkan perbandingan antar pasangan kelompok komposisi terhadap nilai kadar air. Dapat dilihat bahwa semua nilai p (Sig.) pada perbandingan tersebut didapatkan nilai lebih kecil dari 0,05, bahkan menunjukan hasil 0,000. Misalnya, perbandingan antara komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung serta komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung menghasilkan nilai p = 0,000, dan perbandingan antara 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung serta 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung menghasilkan nilai p = 0,000. Karena semua nilai p ini lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok-kelompok tersebut.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perubahan komposisi pada briket lumpur tinja dengan tambahan tongkol jagung dalam rentang yang diuji menghasilkan perbedaan kadar air yang signifikan secara statistik. Komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung memberikan nilai kadar air tertinggi.

2. Kadar Abu

Tabel 4. 8 Hasil Uji Anova pada Pengujian Kadar Abu

Komposisi (%)	Kadar Abu (%)	Nilai P
	Mean ± SD	
65:10:25	19,71 ± 0,19	<i>Sumber: Data Primer, 2025</i>
45:10:45	21,38 ± 0,14	
25:10:65	22,12 ± 0,29	

0,000

Berdasarkan diatas, nilai P Value yang diperoleh adalah 0,000, yang jauh lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada nilai kadar abu akibat variasi komposisi yang diuji. Dengan kata lain, perubahan proporsi komposisi memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar abu. Dari data yang diperoleh, komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung menghasilkan berat isi terendah dengan rata-rata sebesar 19,71%, sedangkan komposisi 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung serta 45% lumpur tinja memiliki kadar abu terendah dengan rata-rata 22,12%.

Untuk mengetahui kelompok komposisi mana saja yang memberikan perbedaan signifikan secara spesifik, dapat dilakukan uji lanjut seperti uji Tukey.

Tabel 4. 9 Hasil Uji Tukey pada Pengujian Kadar Abu

Komposisi (%)	Kadar Abu (%)	Nilai P
	Mean \pm SD	
65:10:25	19,71 \pm 0,19	0,000*
		0,000*
45:10:45	21,38 \pm 0,14	0,000*
		0,000*
25:10:65	22,12 \pm 0,29	0,000*
		0,000*

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan hasil uji statistik Tukey yang dilakukan pada data densitas dengan berbagai komposisi, terlihat bahwa sebagian besar perbandingan antar komposisi menunjukkan nilai p yang signifikan. Nilai p yang lebih kecil dari 0,05 menandakan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok yang dibandingkan. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan komposisi berpengaruh nyata terhadap nilai kadar abu.

perbandingan antara komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung serta komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung menghasilkan nilai p = 0,000, dan perbandingan antara 25%

lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung serta 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung menghasilkan nilai $p = 0,000$. Karena semua nilai p ini lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok-kelompok tersebut

3. Kalor

Tabel 4. 10 Hasil uji Anova pada Pengujian Kalor

Komposisi (%)	Kalor (cal/g)	Nilai P
	Mean \pm SD	
65:10:25	3221,33 \pm 114,54	0,000
45:10:45	4481,67 \pm 178,55	
25:10:65	4672,67 \pm 214,55	

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan diatas, nilai P Value yang diperoleh adalah 0,000, yang jauh lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada densitas material akibat variasi komposisi yang diuji. Dengan kata lain, perubahan proporsi komposisi memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kalor. Dari data yang diperoleh, komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung menghasilkan kalor terendah dengan rata - rata sebesar 3221,33 cal/g, sedangkan komposisi 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung serta, komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung memiliki nilai kalor tertinggi dengan rata – rata sebesar 4672,67 cal/g hingga 4481,67 cal/g.

Untuk mengetahui kelompok komposisi mana saja yang memberikan perbedaan signifikan secara spesifik, dapat dilakukan uji lanjut seperti uji Tukey.

Tabel 4. 11 Hasil Uji Tukey pada Pengujian Kalor

Komposisi (%)	Kalor (Cal/g)	Nilai P
	Mean \pm SD	
65:10:25	3221,33 \pm 114,54	0,000*
		0,000*

45:10:45

4481,67 \pm 178,55

0,000*

		0,425*
25:10:65	4672,67 ± 214,55	0,000*
		0,425*

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan **Tabel 4.10** hasil uji Tukey yang dilakukan pada data dengan berbagai komposisi, terlihat bahwa sebagian besar perbandingan antar komposisi menunjukkan nilai p yang signifikan. Nilai p yang lebih kecil dari 0,05 menandakan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok yang dibandingkan.

Perbandingan antara komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung, dengan komposisi komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung menghasilkan nilai p sebesar 0,000, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kedua komposisi tersebut. Dengan kata lain, kadar pada komposisi 65:10:25 dan 45:10:45% berbeda. Namun, ketika dibandingkan dengan komposisi lain seperti 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung dan 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung, nilai p yang didapatkan relatif besar yaitu 0,425, dari hasil tersebut menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan. yang mengindikasikan bahwa perubahan proporsi komposisi dalam rentang tersebut mempengaruhi nilai kalor.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Kadar Air

Komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung menghasilkan kadar air paling rendah, yaitu antara 5,115–5,387%. Sebaliknya, komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung memiliki kadar air paling tinggi, yaitu 7,670–7,840%. Sementara itu, komposisi 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung menunjukkan kadar air sedang, yaitu 6,160–6,397% pada ketiga replikasi. Hasil ini menunjukkan bahwa semua komposisi termasuk dalam standar baku mutu kadar air karena memiliki nilai $\leq 12\%$.

Kadar air yang tinggi membuat nilai kalori briket lebih rendah dan pembakarannya kurang efisien, karena sebagian energi terpakai untuk menguapkan air. Kadar air yang tinggi pada komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung disebabkan oleh banyaknya lumpur tinja yang memang memiliki kadar air alami cukup tinggi. Untuk mengurangi kadar air, diperlukan tambahan bahan kering seperti tongkol jagung, yang juga dapat meningkatkan kepadatan dan kekompakan briket. Hal ini sesuai dengan penelitian (Sulistyaning karti., dkk., 2017)

Penjelasan ini didukung oleh penelitian (Wulandari., 2024). Briket yang terbuat dari campuran lumpur tinja biasanya memiliki kadar air cukup tinggi. Hal ini karena lumpur tinja secara alami banyak mengandung air, baik air bebas maupun air yang menempel pada bahan organiknya. Selain itu, lumpur tinja memiliki sifat mudah menyerap dan menahan air, mirip seperti spons. Partikel lumpur yang sangat halus juga membuat air terjebak di dalam pori-porinya sehingga sulit hilang meskipun sudah dikeringkan.

4.3.2 Kadar Abu

komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung menghasilkan nilai kadar abu yang paling rendah dengan nilai yang dihasilkan berkisaran antara 19,506 sampai 19,881. Pada komposisi 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung menunjukkan nilai 21,804 hingga 22,234 dan pada komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung yaitu menunjukkan nilai 21,284 hingga 21,544 yang berarti kedua komposisi tersebut menghasilkan nilai kadar abu yang lumayan tinggi serta memiliki nilai yang hampir sama. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan campuran lumpur tinja, perekat, dan tongkol jagung berpengaruh pada sifat fisik briket, khususnya kadar abu yang menjadi parameter penting dalam menentukan kualitasnya.

Komposisi bahan yang mencakup lumpur tinja, perekat, dan tongkol jagung harus disusun sedemikian rupa agar menghasilkan kadar abu yang seminimal mungkin. Kadar abu yang rendah pada komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung dikarenakan Lumpur tinja memiliki karakteristik organik

yang berbeda dengan bahan lignoselulosa seperti tongkol jagung, sehingga proporsi masing-masing bahan dapat mempengaruhi kadar abu secara signifikan. Kandungan abu yang rendah pada briket menandakan bahan organik lumpur tinja mampu terbakar dengan baik dan tidak menghasilkan residu sisa pembakaran yang berlebihan. Sedangkan kadar abu yang berlebih pada tongkol jagung diakibatkan Proses karbonisasi yang belum optimal yang dapat menyebabkan tingginya kadar abu. Jika proses karbonisasi (pengarangan) tidak berlangsung pada suhu dan durasi yang tepat, zat tak terbakar termasuk abu bisa lebih banyak tersisa pada briket. Pembahasan diatas sesuai pembahasan (Haryono dkk., 2021).

Selain itu, penggunaan perekat yang tepat memberikan kontribusi penting dalam struktural briket, tanpa menambah kadar abu secara signifikan. Hal ini memastikan briket tidak hanya memiliki kadar abu yang rendah tetapi juga sifat mekanik yang cukup kuat untuk penanganan dan penyimpanan. Konsistensi hasil kadar abu pada berbagai replikasi menunjukkan bahwa proses pencampuran dan pencetakan briket telah dilakukan secara baik dan stabil (Nur Hidayat dkk., 2024).

4.3.3 Kalor

Komposisi 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung serta komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung menghasilkan nilai kalor yang hampir sama, yaitu berkisar antara 4.329 hingga 4.789 kal/g. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua komposisi tersebut telah memenuhi standar SNI briket. Sementara itu, komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung menghasilkan nilai kalor terendah dibandingkan komposisi lainnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa komposisi 25:10:65 dan 45:10:45 menghasilkan nilai kalor tertinggi.

Briket yang dibuat dari campuran lumpur tinja dan bahan organik lain seperti tongkol jagung menunjukkan potensi sebagai sumber energi alternatif. Penelitian menunjukkan bahwa perbedaan komposisi bahan baku dan perekat sangat mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan. Komposisi dengan 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung, menghasilkan nilai kalor paling rendah dibandingkan campuran lainnya. Hal ini karena lumpur tinja umumnya memiliki

nilai kalor yang lebih rendah dibandingkan biomassa lain seperti tongkol jagung. Penyebab utamanya adalah kadar air yang tinggi pada lumpur tinja, sehingga banyak energi terbuang untuk menguapkan air, kandungan bahan yang bisa terbakar (*seperti volatile dan fixed carbon*) yang rendah, serta kadar abu yang tinggi, yang tidak dapat terbakar karena bersifat anorganik. Pembahasan diatas sesuai dengan penelitian (Syafira dkk., 2020).

Briket dengan komposisi yang seimbang antara bahan organik dan lumpur tinja cenderung menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi, hal ini menunjukkan bahwa kandungan energi dari bahan organik seperti tongkol jagung mampu meningkatkan kualitas kalori briket tersebut. Selain itu, penggunaan perekat pada proporsi tertentu mampu mempertahankan kestabilan nilai kalor, sekaligus meningkatkan kekompakan dan daya bakar briket. Kestabilan nilai kalor yang diperoleh dari beberapa replikasi menunjukkan bahwa proses pembuatan briket dengan metode dan komposisi tertentu dapat diandalkan untuk produksi briket yang konsisten dan berkualitas (Lestari., dkk.,2024)

Dari sisi potensi aplikasi, nilai kalor briket yang memenuhi standar SNI memberikan indikasi bahwa briket ini dapat digunakan secara efektif sebagai bahan bakar alternatif pengganti kayu atau arang. Ini menjadi solusi energi yang berkelanjutan, yang juga membantu mengelola limbah lumpur tinja secara ramah lingkungan.

4.3.4 Lama Nyala Api

Komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung memberikan nyala bara sampai menjadi abu terlama yaitu 52 menit. Sementara nyala bara tercepat adalah pada komposisi, 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung dengan waktu 35 menit, artinya kecepatan terbakarnya briket menjadi abu akan sangat singkat hanya selama 35 menit. Pada komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung berada ditengah antara dua komposisi tersebut dengan waktu yang dimiliki 45 menit. Sehingga dapat disimpulkan komposisi briket dengan waktu nyala bara terlama didapatkan pada

komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung dengan waktu 52 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan komposisi bahan baku briket berpengaruh nyata terhadap lama waktu nyala bara hingga briket habis menjadi abu. Faktor utama yang memengaruhi hal ini adalah kandungan organik yang dapat terbakar (*volatile matter dan fixed carbon*) serta kandungan abu pada setiap bahan penyusun briket. Lumpur tinja pada dasarnya memiliki kadar abu yang tinggi dan kandungan bahan organik yang rendah, sehingga proses pembakarannya cenderung lebih lambat. Sebaliknya, tongkol jagung sebagai bahan tambahan mengandung lebih banyak senyawa organik yang mudah terbakar, sehingga lebih cepat menghasilkan energi panas, namun waktu nyala bara relatif lebih singkat (Tahadkk., 2022.)

Perbedaan ini mengindikasikan bahwa penentuan komposisi bahan sangat penting untuk mendapatkan kualitas briket yang sesuai dengan kebutuhan energi. Briket dengan kandungan lumpur tinja yang lebih tinggi menghasilkan waktu nyala bara lebih lama, yang menguntungkan jika digunakan untuk kebutuhan memasak atau pembakaran dengan durasi panjang. Namun, kecepatan pembakaran yang relatif lambat juga dapat menjadi kendala jika dibutuhkan panas tinggi dalam waktu singkat. Sebaliknya, briket dengan komposisi tongkol jagung lebih dominan mampu menghasilkan energi lebih cepat, tetapi durasi nyalanya lebih singkat.

Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa lumpur tinja berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku briket alternatif, terutama jika dikombinasikan dengan biomassa lain. Pemanfaatan lumpur tinja tidak hanya memberikan solusi dalam pengelolaan limbah domestik, tetapi juga membuka peluang dalam penyediaan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Optimalisasi campuran bahan menjadi kunci untuk meningkatkan kualitas briket, baik dari sisi lama nyala maupun nilai kalor yang dihasilkan, sehingga briket dari lumpur tinja dapat lebih kompetitif sebagai sumber energi alternatif.

4.3.5 Efisiensi Penggunaan Kompor Briket

Briket lumpur tinja memiliki keunggulan utama dari segi biaya produksi yang relatif rendah dibandingkan bahan bakar alternatif lainnya yaitu. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan lumpur tinja dapat menjadi solusi yang ekonomis, khususnya bagi masyarakat dengan keterbatasan daya beli.

Meskipun waktu pembakaran untuk mendidihkan air menggunakan briket lumpur tinja lebih lama dibandingkan dengan briket batok kelapa, hal ini tidak serta-merta menurunkan potensi penggunaan briket lumpur tinja secara keseluruhan. Waktu pembakaran yang lebih lama dapat menjadi indikator kebutuhan untuk pengembangan teknologi pembakaran atau optimasi formulasi briket agar dapat meningkatkan performa pembakaran. Selain itu, briket lumpur tinja memberikan nilai tambah berupa pengelolaan limbah padat dari instalasi pengolahan lumpur tinja yang selama ini menjadi masalah lingkungan.

Penggunaan lumpur tinja sebagai bahan baku briket juga berkontribusi pada pengurangan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah dengan benar. Dengan demikian, selain sebagai bahan bakar alternatif, briket lumpur tinja juga mendukung aspek keberlanjutan dan pengelolaan sumber daya yang lebih ramah lingkungan.

Walaupun masih diperlukan upaya untuk meningkatkan efisiensi pembakaran agar dapat bersaing dengan bahan bakar biomassa lain yang lebih cepat membakar, potensi briket lumpur tinja sebagai energi alternatif tetap layak untuk dikembangkan secara lebih lanjut. Pengembangan ini dapat dilakukan melalui perbaikan komposisi bahan, teknik pengikatan, serta desain kompor yang sesuai sehingga meningkatkan nilai energi dan mengoptimalkan pemakaian energi saat penggunaannya.

Secara keseluruhan, briket lumpur tinja tidak hanya menawarkan solusi penghematan biaya energi, tetapi juga memberikan dampak positif dalam pengelolaan limbah dan mendukung upaya penggunaan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Ini menjadikannya alternatif energi yang potensial untuk pendekatan energi terbarukan di masa depan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian potensi briket dari lumpur tinja hasil olahan instalasi pengolahan lumpur tinja sebagai solusi energi alternatif. Maka didapat Kesimpulan:

1. Mutu briket yang dihasilkan menunjukkan bahwa komposisi bahan sangat memengaruhi kualitasnya. Kadar air paling rendah diperoleh pada campuran 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung dengan nilai 5,22% (sesuai standar SNI $\leq 12\%$). Kadar abu terbaik diperoleh pada komposisi 65% lumpur tinja, 10% perekat, dan 25% tongkol jagung dengan nilai 19,71% (SNI $\leq 20\%$). Nilai kalor tertinggi mencapai 4672 cal/gr pada campuran 25% lumpur tinja, 10% perekat, dan 65% tongkol jagung (SNI 4000–5000 cal/gr).

Waktu nyala api paling lama, yaitu 3145 detik atau sekitar 52 menit, diperoleh pada komposisi 45% lumpur tinja, 10% perekat, dan 45% tongkol jagung. Oleh karena itu, komposisi tersebut dianggap paling optimal karena menghasilkan kadar air rendah, nilai kalor tinggi sesuai standar, dan waktu pembakaran yang lama, sehingga cocok digunakan untuk menghasilkan briket berkualitas baik.

2. Hasil uji ANOVA menunjukkan penambahan tongkol jagung berpengaruh signifikan terhadap kualitas mutu briket, baik dari segi kadar air, kadar abu kalor hingga lama nyala api. Hal ini dibuktikan dengan nilai P Value yang jauh lebih kecil dari 0,05, yang mengindikasikan bahwa perbedaan yang ditemukan bukan terjadi secara kebetulan, sehingga hipotesis nol yang menyatakan tidak ada pengaruh signifikan dapat ditolak. Dengan demikian, hipotesis alternatif dapat diterima.
3. Briket lumpur tinja memiliki potensi besar sebagai sumber energi alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan. Dengan biaya produksi yang rendah serta kemampuan memanfaatkan limbah padat dari instalasi pengolahan lumpur tinja, briket ini tidak hanya menghemat energi tetapi juga membantu mengurangi

pencemaran lingkungan. Meskipun waktu pembakarannya masih lebih lama dibandingkan dengan briket batok kelapa, hal ini dapat diatasi melalui pengembangan formulasi dan teknologi pembakaran yang lebih efisien. Secara keseluruhan, briket lumpur tinja merupakan solusi berkelanjutan yang mendukung pengelolaan limbah sekaligus penyediaan energi terbarukan bagi masyarakat.

5.2 Saran

Berikut adalah saran yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk pengembangan dan penyempurnaan dari penelitian ini:

1. Melakukan pengujian lanjutan ultimate analysis seperti uji emisi, dan uji kandungan bahan baku.
2. Memanfaatkan lumpur tinja dan tongkol jagung secara optimal untuk mendukung pengelolaan limbah yang ramah lingkungan sekaligus menghasilkan produk bernilai tambah.
3. Mengembangkan inovasi pada metode pengolahan dan mencari komposisi yang terbaik untuk meningkatkan mutu dari briket.

DAFTAR PUSTAKA

- Dea Ananda Yulia Agustin, Sudarti, & Yushardi. (2023). Analisis Potensi Biogas Dari Limbah Tinja Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Kajian Ilmu Pendidikan*, 9(2), 272–278.
- Fathuliah, F., Maulida Ana, L., Dwi Rahayu, R., Putri Kuslina, R., Ainun Fiqiyah, S., Diah Ayu Febriani, S., Studi Teknik Energi Terbarukan, P., Teknik, J., & Negeri Jember, P. (n.d.). J-Teta (Jurnal Teknik Terapan) Digitalisasi Pemetaan Potensi Tongkol Jagung Menjadi Bioetanol Berbasis Quantum Gis. <https://jateng.bps.go.id>.
- Haryono, H., Rahayu, I., & Deawati, Y. (2021). Pengaruh Suhu Karbonisasi terhadap Kualitas Briket dari Tongkol Jagung dengan Limbah Plastik Polietilen Terephtalat sebagai Bahan Pengikat. *Jurnal Teknotan*, 14(2), 49. <https://doi.org/10.24198/jt.vol14n2.3>
- Ikrom Apipi, M., Febriana, I., & Erlinawati, E. (2023). Prototype Kompor Biobriket Ditinjau Dari Udara Alami Dan Udara Paksa Suplai Udara Pembakaran Terhadap Efisiensi. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 3(7), 273–277. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.80>
- Imam Ardiansyah, Yandra Putra, A., & Sari, Y. (2022). Analisis Nilai Kalor Berbagai Jenis Briket Biomassa Secara Kalorimeter. *Journal of Research and Education Chemistry*, 4(2), 120. [https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4\(2\).10735](https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4(2).10735)
- Imran, S., Indriani, R., Sirajuddin, Z., Arsyad, K., Adam, E., Silfiah Amin, N., & Rahmawaty Saman, W. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengolahan Limbah Jagung Menjadi Produk Olahan Dan Kerajinan Tangan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat) Royal*, 8(2). <https://doi.org/10.33330/jurdimas.v8i2.3622>
- Kambey, E., Tooy, D., & Rumambi, D. (n.d.). Uji Kualitas Briket Sabut Kelapa Sebagai Sumber Energi Bioamassa Alternatif Coconut Quality Test Brickets As Alternative Biomass Energy Sources.
- Maria Fransisca Rara Rurupadang. (2023). Perencanaan Unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Nipa Antang Kota Makassar.
- Masyrurroh, A., Rahmawati, I., Banten Jaya, U., Syekh Nawawi Al Bantani, J., Banten, S., Kunci, K., Alternatif, E., & Kayu, S. (n.d.). Pembuatan Briket Arang Dari Serbuk Kayu Sebagai Sumber Energi Alternatif.
- Muhammad Alfandi Ariski, & Mikhratunnisa. (2023). Uji Karakteristik Briket Berbahan Baku Tempurung Kelapa Dengan Perekat Tepung Kanji Berdasarkan Dimensi dan Berat. *JAPPRI*, 5 No 2, 1–16.

- Muhammad, R., Malikus Shaleh, S., Syarief Usman, S., Subagja, S., Sekolah Menengah Atas Pesantren Unggul Al-Bayan, S., Barat, J., & Laboratorium IPA Sekolah Menengah Atas Pesantren Unggul Al-Bayan, K. (2023). Briket Olahan Limbah Organik Sebagai Solusi Affordable Alternative Energy Dalam Upaya Mencapai Sustainable Development Goals 2030 Organic Waste Briquette As An Affordable Alternative Energy Solution In Efforts To Achieve Sustainable Development Goals In 2030. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 5(1).
- Norhikmah, Noor Mirad sari, & Muhammad Faisal Mahdie. (2021). Pengaruh Presentase Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Temperung Kelapa. 04 No.2, 324–333.
- Nur Hidayat, A., Ayu Sri Hartanti, D., puspaningrum, Y., Rekayasa Pertanian dan Biosistem, P., A Wahab Hasbullah, U. K., Teknologi Hasil Pertanian, P., & Pertanian, F. (2024). Pengaruh Jenis Perekat dan Jumlah Tekanan pada Briket terhadap Ketahanan Nyala Api. In *Exact Papers in Compilation* (Vol. 6).
- Petrus Sampelawang, & Sallolo Suluh. (2017a). Peningkatan Kinerja Berbagai Kompor Dengan Bahan Bakar Briket Limbah Tempurung Kelapa. *DYNAMIC SAINT*, 2(1), 1–16.
- Petrus Sampelawang, & Sallolo Suluh. (2017b). Peningkatan Kinerja Berbagai Kompor Dengan Bahan Bakar Briket Limbah Tempurung Kelapa. *Dynamic Saint*, 504–519.
- Poppy Mu'jizat, Swastiani Dunggio, Mochammad sakir, & Zohrahayaty. (2023). Pengembangan Usaha Briket Dari Tongkol Jagung Di Desa Butu Kecamatan Tilong Kabila Kabupaten Bonebolango Provinsi Gorontalo. *Pengabdian Pada Masyarakat*, 1, No.1, 15–20.
- Rizky, D., Hendri Sutrisno, dan, Kunci, K., Tinja, L., lumpur, P., & Lumpur, P. (2023). Analisis Kondisi Layanan Lumpur Tinja di IPLT Kota Pontianak. In *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 11, Issue 1).
- Safitri Mustika Wati. (2021). Optimalisasi Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (LLTT) IPLT Supit Urang Kota Malang.
- Sasi Kirana Iswara Mawangi, & Atiek Moesriati. (2021). Kajian Risiko Proses Pengolahan Lumpur Tinja Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kota Batu) . *JURNAL TEKNIK ITS*, 10(2), 176–182.
- Suci Wulandari. (2024). Karakteristik Briket Kombinasi Lumpur Tinja Dengan Biomassa Serbuk Gergaji Dan Arang Tempurung Kelapa (Studi Kasus: Kota Malang).
- Sulistyaning karti, L., & Utami, B. (2017). Making Charcoal Briquettes from Corncobs Organic Waste Using Variation of Type and Percentage of

- Adhesives. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 2(1), 43.
<https://doi.org/10.20961/jkpk.v2i1.8518>
- Syafira, N., Prasetio, B., & Kartika Sari, N. (n.d.). Pemanfaatan Lumpur Tinja Hasil Olahan Iplt Duri Kosambi Sebagai Pelet Briket.
- Taha, L., Nurhidayat Ramadhan Jurusan Kesehatan Lingkungan, M. D., & Kemenkes Makassar, P. (n.d.). Pemanfaatan Tongkol Jagung (*Zea mays* L.) Dan Sekam Padi (*Oryza Sativa*) Menjadi Briket Arang (Vol. 25, Issue 1).
- Trio Handoko. (2021). Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Tinja (IPLT) Kabupaten Tulung Bawang Barat Sistem Kolam Stabilisasi. *Profesi Insinyur - Jpi*, 2, 19–25.
- Wulandari, F., & Lestari, D. (2024). Karakteristik Sifat Fisis Biobriket Limbah Tongkol Jagung dan Serbuk Kayu. *HUTAN TROPIKA*, 19(2), 276–283.
<https://doi.org/10.36873/jht.v19i2.17234>

LAMPIRAN I

HASIL UJI

LABORTORIUM

1. Hasil Uji Kadar Air dan Kadar Abu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS TADULAKO

PROGRAM STUDI KIMIA FAKULTAS MIPA

Kampus Bumi Tadulako Tondo. Telp (0451) 422611 Ext.366 Fax. (0451)422844
Palu - Sulawesi Tengah 94118

HASIL ANALISIS

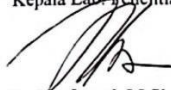
Sampel : Briket
Jumlah : 1 Sampel

Tabel Hasil Analisis Kadar Air dan Kadar Abu

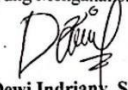
Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)
A1	6.397	22.211
A2	6.342	22.354
A3	6.160	21.804

Palu, 31 Juli 2025

Mengetahui,
Kepala Lab. Penelitian Kimia,


Dr. Nurhaeni, M.Si
NIP. 196406301990012001

Yang Menganalisis,


Dewi Indriany, S.Si., M.Si
NIP. 198912252024212045

Mengetahui,
Koordinator Prodi Kimia,

Dr. Mohamad Mirzan, S.Si, M.Si
NIP. 197105262001121002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS TADULAKO

PROGRAM STUDI KIMIA FAKULTAS MIPA

Kampus Bumi Tadulako Tondo, Telp (0451) 422611 Ext.366 Fax. (0451)422844
Palu - Sulawesi Tengah 94118

HASIL ANALISIS

Sampel : Briket

Jumlah : 2 Sampel

Tabel Hasil Analisis Kadar Air dan Kadar Abu

Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)
B1	5.115	21.544
B2	5.387	21.284
B3	5.159	21.321
C1	7.670	19.750
C2	7.854	19.506
C3	7.742	19.881

Palu, 11 Agustus 2025


Mengetahui,

Kepala Lab. Penelitian Kimia,


Dr. Nurhaeni, M.Si

NIP. 196406301990012001

Yang Menganalisis,


Dewi Indriany, S.Si., M.Si

NIP. 198912252024212045

Mengetahui,

Koordinator Prodi Kimia,


Dr. Mohamad Mirzan, S.Si, M.Si

NIP. 197105262001121002

2. Hasil Pengujian Kalor



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
UPA LABORATORIUM TERPADU

Kampus Bumi Tadulako Tondo
Jl. Soekarno Hatta Km.9 Telp : (0451) 422611 – 422355 Fax : (0451) 422844
email: laboratoriumterpadu@untad.ac.id, laboratoriumterpaduuntad@gmail.com
Palu - Sulawesi Tengah 94111

Nomor : 2025/07/LTU/G/0044
Hal : lampiran 1

Palu, 28 Juli 2025

HASIL ANALISIS KADAR KALORI

Parameter	Berat Sampel (gr)	cal/g	Metode
Briket A	0,5058	4560	Kalorimeter Bomb
Briket B	0,5026	4789	
Briket C	0,5056	4669	

CATATAN (NOTES) :

1. Kerahasiaan semua hasil uji dijamin, dan hasil uji selengkapnya terlampir
(*all analysis result data is regarded as strictly confidential, and detail of the result are enclosed*).
2. Sertifikat uji laboratorium ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (*this laboratory certificate analysis is only valid for tested sample*).
3. Sertifikat uji ini tidak boleh diperbanyak tanpa ijin tertulis dari Laboratorium Terpadu
(*the certificate shall not be reproduced without the written permission from the Integrated Laboratory*)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
UPA LABORATORIUM TERPADU

Kampus Bumi Tadulako Tondo
Jl. Soekarno Hatta Km.9 Telp : (0451) 422611 – 422355 Fax : (0451)422844
email: laboratoriumterpadu@untad.ac.id, laboratoriumterpaduuntad@gmail.com
Palu - Sulawesi Tengah 94111

Nomor : 2025/08/LTU/G/0050
Hal : 1 lampiran

Palu, 13 Agustus 2025

HASIL ANALISIS KADAR KALORI

Parameter	Berat Sampel (gr)	cal/g	Metode
Briket B1	0,5071	4329	Kalorimeter Bomb
Briket B2	0,5036	4678	
Briket B3	0,5040	4438	
Briket C1	0,5080	3078	
Briket C2	0,5048	3118	
Briket C3	0,5028	3468	

CATATAN (NOTES) :

1. Kerahasiaan semua hasil uji dijamin, dan hasil uji selengkapnya terlampir (*all analysis result data is regarded as strictly confidential, and detail of the result are enclosed*).
2. Sertifikat uji laboratorium ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (*this laboratory certificate analysis is only valid for tested sample*).
3. Sertifikat uji ini tidak boleh diperbanyak tanpa ijin tertulis dari Laboratorium Terpadu (*the certificate shall not to reproduced without the written permission from the*

LAMPIRAN II

HASIL UJI

1. Hasil uji ANOVA pada Kadar Air

ANOVA

Kadar Air %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9,710	2	4,855	321,521	,000
Within Groups	,091	6	,015		
Total	9,801	8			

2. Hasil uji Tukey pada Kadar Air

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar Air %

Tukey HSD

(I) Komposisi	(J) Komposisi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
65:10:25	45:10:45	1.45567*	.10033	,000	1.1478	1.7635
	65:10:25	2.53500*	.10033	,000	2.2271	2.8429
45:10:45	65:10:25	-1.45567*	.10033	,000	-1.7635	-1.1478
	65:10:25	1.07933*	.10033	,000	.7715	1.3872
65:10:25	65:10:25	-2.53500*	.10033	,000	-2.8429	-2.2271
	45:10:45	-1.07933*	.10033	,000	-1.3872	-.7715

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

3. Hasil uji ANOVA pada Kadar abu

ANOVA

Kadar Abu %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9,150	2	4,575	99,865	,000
Within Groups	,275	6	,046		
Total	9,425	8			

4. Hasil Uji Tukey pada Kadar Abu

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar Abu %

Tukey HSD

(I) Komposisi	(J) Komposisi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
65:10:25	45:10:45	-2.41067 [*]	.17476	,000	-2.9469	-1.8745
	65:10:25	-1.67067 [*]	.17476	,000	-2.2069	-1.1345
45:10:45	65:10:25	2.41067 [*]	.17476	,000	1.8745	2.9469
	65:10:25	.74000 [*]	.17476	,013	.2038	1.2762
65:10:25	65:10:25	1.67067 [*]	.17476	,000	1.1345	2.2069
	45:10:45	-.74000 [*]	.17476	,013	-1.2762	-.2038

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

5. Hasil uji ANOVA pada Kalor

ANOVA

Kalor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3731289,556	2	1865644,778	61,482	,000
Within Groups	182068,000	6	30344,667		
Total	3913357,556	8			

6. Hasil uji Tukey pada kalor

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kalor

Tukey HSD

(I) Komposisi	(J) Komposisi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
65:10:25	45:10:45	-1,451.33333 [*]	142.23142	,000	-1,887.7384	-1,014.9283
	65:10:25	-1,260.33333 [*]	142.23142	,000	-1,696.7384	-.823.9283
45:10:45	65:10:25	1,451.33333 [*]	142.23142	,000	1,014.9283	1,887.7384
	65:10:25	.191.00000	142.23142	,425	-.245.4051	.627.4051
65:10:25	65:10:25	1,260.33333 [*]	142.23142	,000	.823.9283	1,696.7384
	45:10:45	-.191.00000	142.23142	,425	-.627.4051	.245.4051

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

LAMPIRAN III

DOKUMENTASI



Pengambilan Lumpur Tinja di IPLT



Proses Pengambilan Tongkol Jagung



Proses Pengeringan Lumpur Tinja



Proses Pembakaran Tongkol jagung



Proses Penghalusan Lumpur tinja



Proses Pengayakan Tongkol jagung



Hasil Pengayakan Lumpur tinja, dan Tongkol jagung



Proses Pembuatan Perekat Tepung Kanji



Proses Pencampuran Lumpur tinja, dan Tongkol jagung



Proses Pencetakan Briket umpur tinja



Proses Pengujian Lama Nyala Api



Pengujian Efisiensi Penggunaan Kompor Briket, Menggunakan Briket Lumpur Tinja



Pengujian Efisiensi Penggunaan
Kompur Briket, Menggunakan
Briket Batok Kelapa