

LAPORAN PENELITIAN
UJI KUALITAS FORMULASI BIOBRIKET TEMPURUNG SIWALAN
(*Borassus flabellifer L*) DENGAN VARIASI PEREKAT TEPUNG
TAPIOKA DAN TETES TEBU

*Testing The Quality Of The Formulation Of Siwalan (*Borassus flabellifer L*)
Shell Briquettes With Variations Of Tapioca Flour Adhesives And Sugarcane
Drops*



Disusun oleh:

Vionna Indah Sitoresmi

40040119650059

SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2025

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Vionna Indah Sitoresmi
Nomor Induk Mahasiswa : 40040119650059
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng., M.M., IPM., ASEAN.Eng
Judul Bahasa Indonesia : Uji Kualitas Formulasi Biobriket Tempurung Siwalan (*Borassus flabellifer L*) Dengan Variasi Perekat Tepung Tapioka Dan Tetes Tebu

Laporan Penelitian Terapan ini telah diperiksa dan disetujui pada :

Hari :

Tanggal :

Disetujui dan Disahkan Sebagai
Proposal Penelitian Terapan
Semarang, Oktober 2025

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng., M.M., IPM., ASEAN.Eng

NIP. 198002202005011001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan dibawah ini, saya:

Nama : Vionna Indah Sitoresmi
NIM : 40040119650059
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Fakultas/Universitas : Sekolah Vokasi/Universitas Diponegoro
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Fahmi Arifan,S.T., M.Eng., M.M., IPM.,
ASEAN.Eng
Judul Proposal Penelitian Terapan : Uji Kualitas Formulasi Biobriket Tempurung Siwalan
(*Borassus flabellifer L*) Dengan Variasi Perekat Tepung
Tapioka Dan Tetes Tebu

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Penelitian Terapan ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Diponegoro atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Diponegoro. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Semarang, 1 November 2022

Yang membuat pernyataan



Vionna Indah Sitoresmi

NIM. 40040119650059

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas segala Rahmat-Nya sehingga Laporan Penelitian Terapan dengan judul **“Uji Kualitas Formulasi Biobriket Tempurung Siwalan (*Borassus flabellifer L*) Dengan Variasi Perekat Tepung Tapioka Dan Tetes Tebu”** ini dapat tersusun dengan baik. Tidak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dari pihak yang telah berkontribusi dengan memberikan sumbangan baik materi maupun pikiran.

Dan harapan penulis semoga laporan penelitian ini dapat merubah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, untuk kedepannya dapat dapat memperbaiki bentuk maupun menambah isi laporan ini agar menjadi lebih baik lagi dan supaya dalam pelaksanaan penelitian didapatkan hasil yang sesuai.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan penelitian terapan ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Semarang, 1 Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	2
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	3
KATA PENGANTAR	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL.....	7
DAFTAR GAMBAR	8
ABSTRAK	9
BAB I PENDAHULUAN.....	10
1.1 Latar Belakang	10
1.2 Tujuan.....	11
1.3 Output.....	11
1.4 Nilai Keterbaruan Penelitian	11
1.5 Studi Terdahulu	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 Biomassa	15
2.2 Siwalan	15
2.3 Biobriket.....	16
2.4 Karakteristik Biobriket.....	16
2.5 Standart SNI Briket	17
2.6 Karbonisasi.....	17
2.7 Tetes Tebu (Molasse).....	18
2.8 Tepung Tapioka.....	18
2.9 Analisa Proksimat Briket	19
BAB III METODOLOGI.....	21
3.1. Jenis Penelitian	21
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	21
3.3. Variabel Penelitian	21
3.4. Rancangan Penelitian	21
3.5. Alat dan Bahan Penelitian	22
3.6. Prosedur Kerja.....	22
3.7. Diagram Alir Proses	26
DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Studi Pendahuluan.....	12
Tabel 2 Standart Mutu SNI Briket	17
Tabel 3 Variabel Berubah Pembuatan Biobriket Siwalan.....	22
Tabel 4 Rancangan Penelitian Pembuatan Biobriket Tempurung Siwalan	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Buah Siwalan.....	15
Gambar 2 Tepung Tapioka.....	18

ABSTRAK

Biomassa seperti tempurung siwalan dapat menjadi sumber bahan baku briket sebagai salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Briket arang adalah bahan bakar padat tanpa asap yang kandungan zat terbangnya dibuat cukup rendah sehingga asap yang dihasilkan juga kecil. Dalam penelitian ini briket dibuat menggunakan limbah tepurung siwalan dengan variasi perekat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi briket dengan kualitas terbaik dengan memvariasikan jenis perekat, jumlah perekat, dan suhu pengeringan briket. Variasi perekat yang digunakan adalah tepung tapioka dan tetes tebu (*mollase*) sebanyak 7% dan 4% dari massa arang dengan suhu pengeringan 125°C dan 75°C. Rancangan penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap. Pembuatan briket ini melalui beberapa tahapan yaitu pengeringan, pengarangan (karbonasi), penggilingan arang, pembuatan adonan bahan perekat, pembuatan adonan, pencetakan dan pengeringan briket. Briket yang dihasilkan kemudian dilakukan uji fisis dengan menguji nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang (*volatile matter*), laju pembakaran dan kadar karbon yang dijelaskan secara deskriptif dengan membandingkan hasil dengan standart mutu. Berdasarkan hasil yang didapatkan nilai kalor biobriket berkisar antara 5.336,12–6.558,21 kal/gram, dengan briket terbaik pada variasi A1 (6.558,21 kal/gram) menggunakan 5 gram perekat tapioka, sedangkan terendah pada A4 (5.336,12 kal/gram) dengan 7,5 gram perekat tetes tebu. Kadar air terendah terdapat pada A1 sebesar 0,23% dan tertinggi pada A4 sebesar 0,57%, keduanya masih di bawah ambang batas SNI. Kadar abu terendah diperoleh pada A5 (5,75%) dan tertinggi pada A4 (9,35%) yang tidak memenuhi standar SNI. Laju pembakaran tertinggi terdapat pada A1 sebesar 0,249 gram/detik dan terendah pada A4 sebesar 0,215 gram/detik, yang dipengaruhi oleh kadar air dan kepadatan briket.

Kata kunci : Biomassa, Briket, Tempurung Siwalan, Tepung Tapioka, Tetes Tebu

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelangkaan bahan bakar yang saat ini sangat kental kita rasakan dimana kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) yang semakin tinggi karena terjadinya kelangkaan BBM yang ditandai dengan tingginya harga minyak dunia sehingga sangat berdampak bagi masyarakat yang masih sangat bergantung pada bahan bakar berbahan baku fosil.

Ketergantungan akan sumber energi fosil ini akan menimbulkan terjadinya eksploitasi karena adanya desakan akan kebutuhan dan konsumsi energi yang terus melonjak tinggi setiap tahunnya, sedangkan sumber daya alam yang menjadi sumber energinya semakin terkuras dan tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu, kami menginginkan suatu metode untuk menemukan sumber energi alternatif yang berkelanjutan, berlimpah, dan murah bagi masyarakat.

Salah satu sumber energi alternatif terbarukan adalah limbah biomassa. Biomassa sendiri merupakan material organik sisa hasil dari aktivitas produksi akuakultur yang digunakan sebagai sumber bahan bakar. Briket arang yang memiliki nilai kalor tinggi dan dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar ialah salah satu jenis energi yang dapat diekstraksi dari biomassa.

Briket digambarkan sebagai bahan bakar padat yang terbentuk dari berbagai bahan dasar organik sisa yang telah dihancurkan dengan gaya tekan tertentu. Pembuatan biobriket dengan komposisi campuran bahan yang berbeda akan mempengaruhi kadar abu, nilai kalor, dan kadar air yang dihasilkan.

Energi biomassa adalah sumber energi terbarukan yang pengembangannya harus ditekankan. Sebaliknya, Indonesia merupakan negara agraris yang menciptakan banyak limbah pertanian yang tidak diinginkan. Limbah tersebut bisa diubah menjadi biobriket, yang bisa dimanfaatkan untuk alternatif bahan bakar konvensional.

Karena Tuban merupakan daerah yang gersang, maka tanahnya didominasi oleh pohon siwalan, yang terkenal dengan potensinya yang luar biasa. Buah dan batang tanaman siwalan telah dimanfaatkan selama ini, sedangkan untuk kulit buah siwalan belum dimanfaatkan selain digunakan sebagai pakan ternak. Padahal tempurung siwalan merupakan bahan baku lignoselulosa yang tidak berkayu, memiliki kerapatan rendah yang baik digunakan bahan baku biobriket. Dalam kondisi kering komposisi sabut ini berisi kandungan 3,1% karbohidrat, 5,4% air, 89,2% selulosa, dan 2,3% abu.

Pemilihan bahan baku limbah buah siwalan dipilih ini untuk meningkatkan nilai ekonomis dari limbah yang sebelumnya dianggap tak memiliki nilai dan belum di sadari oleh masyarakat Tuban.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dan efektivitas dari komposisi jenis dan jumlah perekat terhadap karakteristik biobriket siwalan yang dihasilkan meliputi nilai kalor, kadar air, dan kadar abu untuk mendapatkan briket dengan komposisi terbaik sesuai dengan standart SNI.

1.3 Output

- 1.3.1** Didapatkan komposisi yang baik dalam formulasi biobriket tempurung kelapa yang memiliki nilai kalor tinggi
- 1.3.2** Mengetahui pengaruh penggunaan jenis perekat terhadap nilai kalor
- 1.3.3** Biobriket Siwalan diharapkan dapat diperkenalkan dan dikembangkan oleh masyarakat untuk meningkatkan nilai ekonomi

1.4 Nilai Keterbaruan Penelitian

Pada penelitian yang berjudul “Uji Kualitas Formulasi Biobriket Tempurung Siwalan (*Borassus flabellifer L*) Dengan Variasi Perekat Tepung Tapioka Dan Tetes Tebu” ini memiliki nilai keterbaruan dengan menggunakan bahan baku berupa tempurung siwalan dimana pada umumnya briket berbahan dasar tempurung kelapa dan kayu, bahan perekat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tetes tebu yang merupakan limbah industri gula dan tepung tapioka, penggunaan dua jenis perekat dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan dari nilai kalor yang dihasilkan dari biobriket tempurung siwalan. Selain itu, proses yang digunakan pada pembuatan biobriket pada penelitian ini menggunakan proses karbonisasi yang bertujuan untuk memperkaya kandungan karbon dalam bahan karbon dengan mengeliminasi unsur-unsur non karbon, mengurangi unsur-unsur yang bersifat volatil, dan mengkonversi menjadi arang dengan kandungan karbon yang lebih tinggi. Perancangan penelitian serta pengolahan data pengamatan dalam penelitian ini menggunakan *factorial design level 2* pada pengolahan data hasil pengamatan.

1.5 Studi Terdahulu

Tabel 1 Studi Pendahuluan

Peneliti (Tahun)	Metode dan Bahan Baku	Deskripsi dan Hasil
<p>Judul : Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI</p> <p>Penulis : Norman Iskandar Sri Nugroho Meta Fanny Feliyana</p> <p>Tahun : 2019</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik briket arang berdasarkan standart SNI. Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah arang batok kelapa dengan perekat tepung tapioka sebanyak 4% dari berat arang dan air sebanyak 25% dari berat arang.</p>	<p>Hasil uji menunjukkan briket tidak memenuhi standar SNI No.1/6235/2000 dengan kadar karbon $\geq 77\%$, dengan nilai kadar air, kadar abu, nilai kalor dan kadar zat terbang sudah memenuhi standar SNI.</p>
<p>Judul : Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Buah Bintaro Tempurung Kelapa Menggunakan Perekat Amilum</p> <p>Penulis : Indah Suryani M. Yusuf Permana U M. Hatta Dahlan</p> <p>Tahun : 2012</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas briket bioarang berdasarkan memvariasikan suhu karbonisasi dan komposisi bahan baku. Briket bioarang pada penelitian ini dibuat dari buah bintaro dan tempurung kelapa dengan</p>	<p>Hasil dari penelitian ini pada komposisi bahan baku buah bintaro dan tempurung kelapa dengan suhu karbonisasi 400°C diperoleh nilai kadar air sebesar 7.03%, abu 2.36%, kadar zat terbang 13.47%, karbon tertambat 77.12% dan nilai kalor 6970 kal/gr.</p>
<p>Judul : Studi Mutu Briket Arang Dengan Tempurung Kelapa Yang</p>	<p>Penelitian ini yaitu mengevaluasi mutu briket arang kelapa yang</p>	<p>Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitas alat kempa yang digunakan yakni 302 batang briket/jam.</p>

<p>Bahan Baku Limbah Biomassa</p> <p>Penulis : Renny Eka Putri Andasuryan</p> <p>Tahun : 2017</p>	<p>dihasilkan dan uji teknis alat kempa briket yang digunakan. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa,</p>	<p>Briket yang dihasilkan memiliki kadar air 5,37 %. Kadar air briket dalam penelitian ini sesuai dengan standart SNI yaitu < 8%. Densitas briket rata-rata ialah 11,23 g/cm³, nilai kuat tekan maksimum dalam penelitian ini senilai 1.4 N/m² dan nilai kadar karbon mencapai 97.14%.</p>
<p>Judul : Penentuan Kadar Air Hilang Dan Volatile Matter Pada Bio-Briket Campuran Arang Sekam Padi Dan Batok Kelapa</p> <p>Penulis : Yayah Yuliah Sri Suryaningsih Khoirima Ulfi</p> <p>Tahun : 2017</p>	<p>Dalam penelitian ini, melalui proses karbonisasi sekam padi dibuat menjadi arang untuk kemudian dikemas dalam bentuk briket. Untuk meningkatkan nilai kalornya diberi campuran arang batok kelapa sebanyak 20%.</p> <p>Bahan utama penelitian ini menggunakan tempurung kelapa, sekam padi dan tepung tapioka..</p>	<p>Nilai volatile matter-nya belum memenuhi standar Menteri ESDM RI No. 047 Tahun 2006, tetapi nilai kalornya sudah mencapai lebih dari 50% nilai kalor batubara. Sampel-B dengan kadar perekat 6% merupakan sampel dengan nilai kalor tertinggi</p>
<p>Judul : Karakteristik Briket Dari Tongkol Jagung Dengan Perekat Tetes Tebu Dan Kanji</p> <p>Penulis : Nasruddin Risman Affandy</p> <p>Tahun :</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karkteristik briket berbahan baku tongkol jagung berukuran 20 mesh menggunakan perekat tetes tebu dan kanji dengan proses pengempaan dengan variasi gaya tekan yang diberikan.</p>	<p>Konsentrai, gaya tekan pengempaan, jenis dan konsentrasi perekat dari berbagai perlakuan memiliki perbedaan signifikan. Mutu briket terbaik dari berbagai perlakuan didapatkan hasil dengan 20 gram partikel jagung yang menggunakan perekat kanji 7% dengan gaya tekan 10 ton memilik</p>

2011		kadar air sebesar 6,245%, berat jenis 1,31 gr/cm ³ dan nilai kalor 4792 kal/g.
Judul :	Penelitian ini bertujuan	Dengan variasi jumlah perekat
Pengaruh Variasi	untuk mengetahui pengaruh	tepung tapioka 5%, 7%, dan 9%.
Jumlah Perekat	variasi jumlah perekat tepung	Dan pengeringan briket dilakukan
Tepung Tapioka	tapioka terhadap	di dalam oven bersuhu 100°C
Terhadap karakteristik	briket yang	selama 2 jam. Hasil dari penelitian
Karakteristik Briket	dihasilkan yang meliputi: nilai	didapatkan briket paling baik
Arang Tempurung	kalor, kadar air, dan shatter	adalah briket yang menggunakan
Kelapa index		pencampuran perekat sebesar 7%
Penulis :	Briket terbuat dari arang	dengan nilai kalor
Ahmad Zaenul Amin	tempurung kelapa dan bahan	7652,64 kal/g, kadar air 3,23 %,
Pramono	perekat tepung tapioka dengan	dan shatter index 0,18 %. Hasil
Sunyoto	variasi tertentu	pengujian briket dengan nilai
Tahun :		kalor terendah 7439,65 kal/g
2017		adalah briket dengan campuran
		perekat 9%, sedangkan
		nilai kalor tertinggi 7652,64 kal/g
		memakai campuran perekat 7%.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomassa

Biomassa adalah zat organik yang relatif baru dihasilkan dari tanaman, hewan, dan produk sampingan akuakultur (perkebunan, peternakan, perikanan, pertanian, kehutanan). Konstituen utama biomassa adalah atom karbon (C). Biasanya, biomassa terdiri dari selulosa dan lignin. Komposisi dasar biomassa tanpa abu dan tanpa air adalah sekitar 6% hidrogen, 53% karbon, 42% oksigen, dan sejumlah kecil fosfor, nitrogen, dan belerang (seringkali masing-masing < 1%). Dan kadar abu kayu di bawah 1% (Arni dkk, 2014).

Selain itu, biomassa lebih higienis daripada sumber energi lainnya. Situasi ini muncul sebagai akibat dari banyaknya sampah yang dihasilkan oleh aktivitas masyarakat. Energinya paling baik digunakan dalam bentuk panas, meskipun nilai kalornya 3.000–4.500 kal/gr masih cukup berharga (Arni dkk, 2014).

2.2 Siwalan



Gambar 2.1 Buah Siwalan

Pohon siwalan (*Borassus flabellifer*) adalah sejenis palem yang ditemukan di Asia Selatan dan Tenggara. Jawa Tengah bagian timur dan Jawa Timur, Madura, Bali, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, dan Sulawesi adalah pulau-pulau di Indonesia tempat pohon siwalan tumbuh. Pohon siwalan, atau *Borassus flabellifer*, juga dikenal sebagai taal (Madura), lontar (Minangkabau), jun tal (Sumbawa), dun tal (Saksak), tala (Sulawesi Selatan), lontoir (Ambon), *Borassus flabellifer* (Toraja), manggitu (Sumba), dan tua (Timor). Dalam bahasa Inggris dikenal dengan nama *Borassus flabellifer* palm (Barir, 2020).

Tumbuhan ini tumbuh subur pada ketinggian 100-500 m di atas permukaan laut, dengan curah hujan tahunan 1.000-2.000 mm, 4-8 bulan kering, dan kelembaban udara antara 60 dan 80%. Tumbuhan ini tumbuh subur di tanah saluvial hidromorfik, tanah

Commented [EFS1]: Tambahkan gambar siwalan / pohon siwalan

aluvial abu-abu tua, abu-abu kuning, latosol merah, dan latosol coklat kemerahan (Barir, 2020).

2.3 Biobriket

Biobriket merupakan gumpalan atau batangan arang yang terbuat dari bahan lunak yang diolah menjadi bahan arang keras dengan bentuk tertentu sebagai bahan bakar padat tanpa asap dan memiliki kandungan zat terbang cukup rendah. Biobriket atau briket bioarang adalah Arang berasal dari berbagai sumber daya biomassa atau hayati, termasuk kayu, daun, ranting, rumput, dan jerami berkarbonisasi (Barir, 2020).

Biobriket merupakan konversi biomassa lebih layak dan hemat biaya. Metode ini memungkinkan peningkatan kualitas bahan bakar biomassa. Daya tarik briket berasal dari kegunaannya sebagai bahan bakar, yang tercermin dari sifat fisik dan kimianya serta nilai kalor yang dihasilkannya, yang dapat dimodifikasi dengan menyesuaikan kadar air, densitas, kuat tekan, dan ukuran briket (Arni dkk, 2014).

2.4 Karakteristik Biobriket

Bentuk briket umum lainnya adalah silinder (silinder), sarang lebah (honeycomb), bantal (oval), dan telur (egg). Berbagai bahan baku, seperti tempurung kelapa, sekam padi, ampas tebu, dan serbuk gergaji, dapat digunakan untuk membuat biobriket. Komponen utama biobriket adalah selulosa. Semakin kandungan selulosa besar, semakin baik kualitas biobriket; biobriket dengan jumlah volatile matter yang berlebihan menghasilkan asap dan bau yang tidak sedap (Novalinda, 2016).

Menurut Novalinda (2016), karakteristik briket berkualitas tinggi antara lain permukaan halus, tahan pecah, kekerasan, dan tidak adanya residu hitam di tangan. Selain itu, briket yang digunakan sebagai bahan bakar harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Tidak mengeluarkan asap
2. Mudah untuk dinyalakan
3. Emisi gas pembakaran tidak termasuk bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia.
4. Tidak mudah dibentuk oleh penyimpanan yang lama
5. Menampilkan upaya yang diperlukan untuk mempertahankan laju pembakaran saat ini (laju pembakaran, waktu, dan suhu pembakaran)

Selain itu, briket dengan kualitas yang sangat baik memiliki fitur penyalaan yang menguntungkan, seperti masa pembakaran yang lama, kemudahan penyalaan, produksi asap yang rendah, dan disipasi yang cepat, serta nilai kalor yang tinggi. Durasi pembakaran mempengaruhi kualitas dan efektivitas pembakaran; semakin lama terbakar dengan nyala api yang stabil, semakin baik (Novalinda, 2016).

2.5 Standart SNI Briket

Acuan yang digunakan sebagai SNI pada briket adalah menggunakan SNI No. 1/6235/2000 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Standart Mutu SNI Briket

Sifat Briket	Standart
Moisture (%)	≤ 8
Ash (%)	≤ 8
Volatile Matter (%)	≤ 15
Fixed Carbon (%)	≥ 77
Nilai Kalor (cal/gr)	≥ 5000

2.6 Karbonisasi

Karbonisasi atau pembakaran adalah peningkatan nilai kalor adalah teknik yang membuat pembakaran biomassa lebih efisien dan menghasilkan lebih sedikit asap. Arang, produk sampingan karbonisasi berbasis karbon, berwarna gelap karena komposisinya. Untuk briket arang yang akan dibuat, proses karbonisasi sangat penting. Secara umum, karbonasi terjadi antara 500 dan 800 °C (Faizal, 2016).

Proses karbonisasi merupakan proses pembakaran dengan oksigen terbatas atau tanpa oksigen dengan hasil pembakaran yang tidak sempurna untuk mengubah bahan organik menjadi arang, menguraikan senyawa organik yang terkandung dalam bahan menjadi bentuk uap air, uap hidrokarbon, methanol, dan uap asam asetat. Dalam proses karbonisasi, bahan kimia yang mudah terbakar seperti CH₄, CO, dan H₂ akan dikeluarkan dan kemudian digunakan untuk memenuhi kebutuhan panas proses karbonasi (Fachry dkk, 2010).

Proses karbonasi dapat dibagi menjadi 5 tahap, yaitu:

- a) Tahap penguapan air yang akan terjadi pada suhu 100-105°C

- b) Tahap penguraian hemiselulosa dan selulosa menjadi larutan pirolignat pada suhu 200-240⁰C
- c) Tahap depolimerasi dan pemutusan ikatan C-O dan C-C pada suhu 240-400⁰C
- d) Tahap pembentukan lapisan aromatik terjadi pada suhu lebih dari 400⁰C,
- e) Proses pembesaran luas permukaan arang akan terjadi pada suhu 600⁰C (Siahaan, 2013).

2.7 Tetes Tebu (Molasse)

Molasse yang berasal dari tebu merupakan produk sampingan pada industri pengolahan gula yang memiliki wujud cair. Molasse merupakan limbah utama dalam industri pemurnian gula. Karena adanya glukosa dan fruktosa, gula dalam sirup rendah gula tidak lagi dapat mengkristal, menghasilkan pembentukan tetes. 5 - 6 % molase dibuat selama pemrosesan gula. 0,6% serat kasar, 3,1% protein kasar, 0,9% lemak kasar, dan 11,9% abu termasuk dalam molase ini. Penggunaan perekat tetes tebu dapat menghasilkan briket yang memiliki kadar zat menguap, kerapatan, kadar abu, dan ketahanan tekan, yang lebih besar dibandingkan perekat tapioka (Christian, 2012).

2.8 Tepung Tapioka

Gambar 2.2 Tepung Tapioka



Tepung tapioka adalah tepung yang didapatkan dari singkong atau ubi kayu. Tepung tapioka dibuat dari hasil penggilingan singkong dengan membuang ampasnya. Singkong dikategorikan sebagai polisakarida yang berisi kandungan pati dengan konsentrasi tinggi amilopektin tetapi kadar amilosa lebih rendah dari ketan, masing-masing sebesar 83% dan 17% (Winarno, 2004).

Tapioka merupakan salah satu bahan perekat dengan konsentrasi karbohidrat yang tinggi. Tepung tapioka sering digunakan sebagai perekat karena mudah didapat dan harganya terjangkau. Tepung tapioka berbentuk cair memiliki densitas dan kuat tekan yang

rendah serta mengandung abu dan bahan kimia yang mudah menguap. Namun kadar air, ikatan karbon, dan nilai kalor lebih besar dibandingkan dengan lem molasse.

2.9 Analisa Proksimat Briket

Analisa Proksimat pada briket arang bertujuan untuk mengetahui dan menentukan kandungan Moisture (M), Ash (A), Volatile Matter (VM), Fixed Carbon (FC), dan nilai kalor dari briket arang.

A. Kadar Air (*Moisture*)

Semakin rendah kadar air pada biobriket maka semakin tinggi nilai pembakaran dan daya pembakarannya, kadar air yang tinggi dapat menyulitkan pembakaran biobriket. Penetapan kadar air ditujukan untuk mengetahui sifat higroskopis (kemampuan menyerap air) biobriket dengan komposisi bahan baku yang digunakan (Dharma dkk, 2017).

B. Kandungan Abu (*Ash*)

Abu merupakan zat tinggal dari proses pembakaran yang tidak lagi memiliki unsur karbon. Unsur utama abu adalah silica yang memiliki pengaruh kurangbaik terhadap kualitas dari nilai kalor biobriket. Semakin tinggi kadar abu semakin rendah kualitas biobriket karena kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor (Dharma dkk, 2017).

C. Kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Bahan bakar padat seperti biobriket apabila dipanaskan mencapai temperatur tertentu akan melepaskan zat terbang seperti gas yang mudah terbakar misalnya, hidrogen, karbon monoksida (CO₂), dan metana (CH₄), tetapi kadang-kadang terdapat juga gas-gas yang tidak terbakar seperti CO₂ dan H₂O. Dan, pada temperatur tertentu mulai terjadi pengapian/menyala dan selanjutnya terbakar. Kandungan *volatile matter* memegang peranan penting karena kaitannya dengan kemampuan menyala (*ignitability*) dan kemampuan terbakar (*combustibility*). Untuk *volatile matter* ± 40% pada pembakaran akan memperoleh nyala yang panjang dan akan memberikan asap yang banyak. Sedangkan untuk kadar *volatile matter* rendah antar 15-25% lebih disenangi dalam pemakaian karena asap yang dihasilkan sedikit (Dharma dkk, 2017).

D. Karbon Tertambat (*Fixed Carbon*)

Karbon tertambat (*fixed carbon*) merupakan nilai yang menunjukkan banyaknya karbon yang terdapat dalam material sisa setelah zat terbang (*volatile matter*) dihilangkan. Nilai

dari karbon tertambat ini sangat mempengaruhi kualitas dari biobriket, dimana semakin tinggi nilai karbon yang dimiliki maka kualitas dari biobriket akan semakin meningkat. Untuk menentukan *fixed carbon* tidak dapat dilakukan dengan menghitung dalam pengujian secara langsung di laboratorium, melainkan dengan pengurangan kandungan pengotornya, yaitu kadar air, kadar abu, dan zat terbang (Ruchjana dkk, 2019).

E. Nilai Kalor

Nilai kalor biobriket menunjukkan nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan oleh biobriket sebagai bahan bakar. Semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar biobriket, maka akan semakin baik pula kualitasnya (Dharma dkk, 2017).

BAB III METODOLOGI

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini yakni penelitian eksperimental (*experimental research*). Penelitian ini menggunakan pendekatan desain faktorial. Hasil studi selanjutnya dianalisis dan disajikan dalam format tabel dan grafik. Sampel yang digunakan adalah kulit buah siwalan yang didapatkan dari limbah siwalan di Kabupaten Tuban. Hasil dari penelitian nantinya digunakan untuk membuat formulasi terbaik untuk meningkatkan hasil serta menentukan variabel paling berpengaruh.

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pada bulan November sampai Desember 2022, penelitian ini dilakukan di Laboratorium C Fisika Teknik Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro dan Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro

3.3. Variabel Penelitian

Penggunaan Variabel dalam penelitian ini terdiri dari 3 variabel, yaitu:

a) Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah uji analisis yang dilaksanakan yaitu kadar abu, nilai kalor, kadar air, laju pembakaran.

b) Variabel Tetap

Variabel tetap dalam penelitian ini merupakan suhu karbonasi 300°C selama 1 jam, ukuran partikel sebesar 60 *mesh* dan lama pengeringan briket selama 3 jam.

c) Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini ialah jenis perekat yang digunakan (tepung tapioka dan tetes tebu), jumlah perekat (5 gram dan 7,5 gram).

3.4. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dilakukan dengan metode rancangan acak lengkap dengan komposisi arang siwalan sebanyak 50 gram dan perekat sebanyak 5 gram dan 7,5 gram yang masing-masing diencerkan dengan 25 ml air.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian Pembuatan Biobriket Tempurung Siwalan

Kode	Arang Siwalan	Tepung Tapioka	Tetes Tebu	Air
Briket A1	50 gr	5 gr		25 ml
Briket A2	50 gr	7,5 gr		25 ml
Briket A3	50 gr		5 gr	25 ml
Briket A4	50 gr		7,5 gr	25 ml
Briket A5	50 gr	5 gr	2,5 gr	25 ml
Briket A6	50 gr	2,5 gr	5 gr	25 ml

3.5. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah: cetakan briket, ayakan 60 mesh, cawan porselin, *furnace*, gelas beker, gelas ukur, hot plate, alu dan mortar, neraca analitik, oven, pengaduk, *stopwatch*, oven, desikator bom kalorimeter.

Penggunaan Bahan dalam penelitian ini yaitu: tepung tapioka, limbah tempurung kelapa, tetes tebu, dan air.

3.6. Prosedur Kerja

3.5.1 Pembuatan Briket Arang Siwalan

a. Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku yang disiapkan seperti tempurung siwalan yang dihancurkan menjadi ukuran lebih kecil yang kemudian dikeringkan. Tempurung siwalan yang kering dapat mempercepat proses pengarangan. Hal ini dikarenakan cangkang siwalan yang dikeringkan mengandung lebih sedikit air.

b. Pengarangan

Dalam proses karbonisasi atau penulisan kulit buah siwalan digunakan tungku. Prosedur karbonisasi dilakukan selama satu jam pada suhu 300 °C. Selain itu, arang didinginkan dalam desikator selama satu jam dan dipisahkan dengan memisahkan arang hitam dari karbon yang telah membentuk arang dan abu yang belum terbentuk seluruhnya.

c. Penggilingan Arang

Arang yang telah disortir kemudian dihancurkan menggunakan lumpang dan alu hingga membentuk serbuk arang yang kemudian di ayak dengan saringan 60 *mesh* untuk menyamakan ukuran.

d. Pembuatan Bahan Perekat

Banyaknya perekat yang dipakai dalam penelitian ini yakni 5 gram dan 7,5 gram pada masing-masing variasi jenis perekat yang kemudian diencerkan dengan 25ml air

e. Pembuatan Adonan Briket dan Pencetakan

Arang yang telah di ayak sebelumnya kemudian dicampurkan dengan adonan bahan perekat diaduk hingga rata. Selanjutnya dicetak menggunakan alat yang disediakan.

f. Pengeringan

Briket arang yang sudah dicetak kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1 hari dan kemudian dioven dengan suhu 125 °C selama 3 jam.

3.5.2 Pengujian

3.5.2.1 Nilai Kalor

Kalor adalah jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan oleh suatu benda. Nilai kalor briket ditentukan dengan menggunakan data laboratorium. Proses untuk menghitung nilai kalori adalah:

- a. Menimbang dan menggiling sampel, kami menempatkannya di wadah tepat di bawah alur kawat sumbu, yang ujungnya dihubungkan ke dua elektroda.
- b. Setelah mengisi bom dengan 1 cc air murni, menutupnya dengan aman, dan mengalirkan gas oksigen pada sekitar 35 atm melalui katup, sirkuit terhubung ke perangkat. Bom ditempatkan dalam kalorimeter berisi 2 liter air dan dihubungkan ke unit pembakaran.
- c. Menyegel kalorimeter (alat untuk menentukan energi yang digunakan dalam reaksi kimia) dan mengencangkan termometer ke atasnya memastikan suhu internal tepat 19 derajat Celcius. Kawat sumbu dibakar dengan terlebih dahulu menyalakan pengaduk listrik suhu konstan selama 5 menit, kemudian sumber arus 23 volt. Amati suhu saat ini; itu

akan meningkat dengan cepat, kemudian tetap stabil, dan akhirnya sedikit menurun; kemudian matikan catu daya untuk burner dan pengaduk.

$$\text{Nilai Kalor} = (T_2 - T_1) - 0,05$$

Keterangan :

T₁ : Temperatur sebelum pengeboman (°C)

T₂ : Temperatur sesudah pengeboman (°C)

3.5.2.2 Uji Kadar Air

Kadar air briket ditentukan menggunakan teknik oven dengan menambahkan 5 gram sampel briket ke dalam cawan porselen kosong dan ditimbang. Sampel diratakan dan dikeringkan pada suhu 105 derajat Celcius selama tiga jam. Crucible dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator hingga dingin sebelum ditimbang. Analisis kadar air tiga kali lipat dilakukan.

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{b - c}{b - a} \times 100\%$$

Keterangan :

a : berat cawan kosong

b : berat cawan + sampel briket

c : berat cawan + sampel briket sesudah dioven hingga beratnya konstan

3.5.2.3 Kadar Abu

Sampel ditimbang hingga 5 gram kemudian diletakkan di atas piring porselen untuk pengujian. Setelah itu, sampel dibakar sampai semua asapnya hilang, dan hanya tersisa arang. Setelah dipanaskan hingga 60 derajat Celcius dalam tungku untuk membuat abu, zat dikeringkan dalam desikator dan ditimbang segera setelah mencapai suhu kamar..

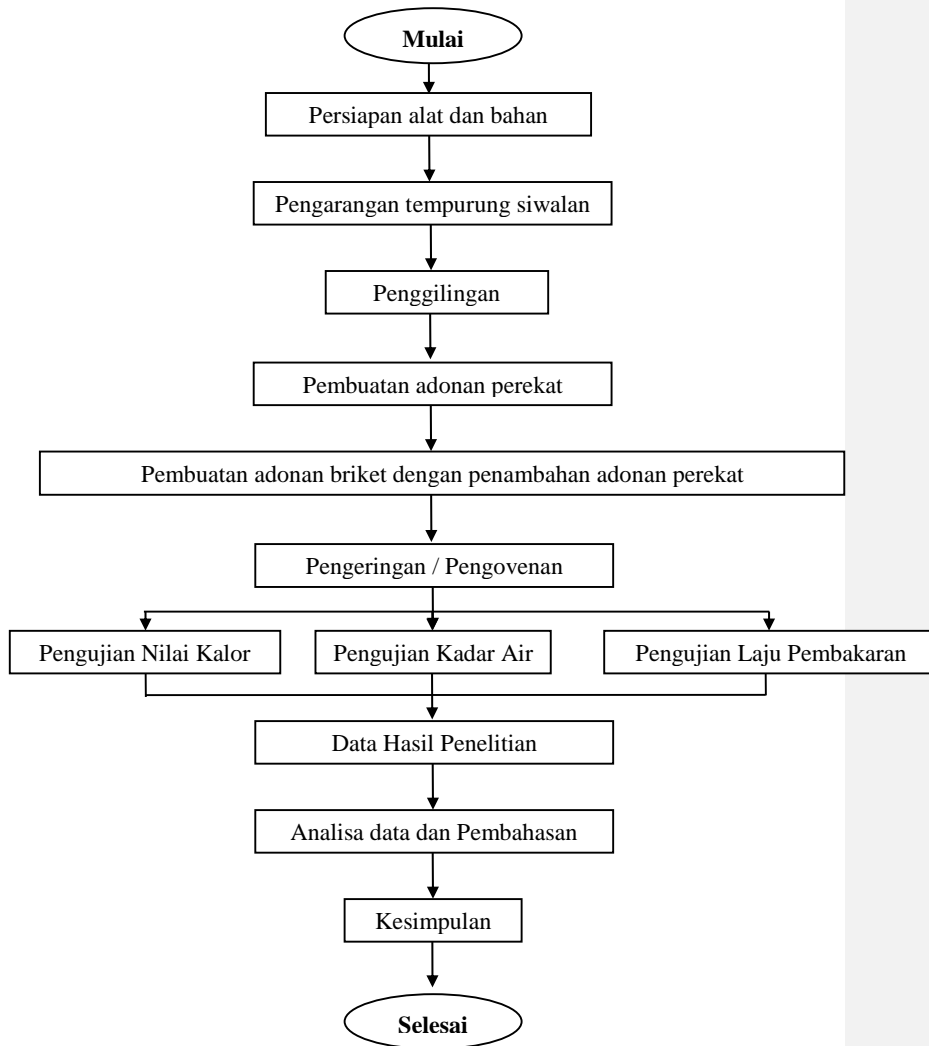
$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{\text{Berat Abu}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

3.5.2.4 Laju Pembakaran Briket

Laju pembakaran briket dihitung dengan cara menimbang sampel briket kemudian dibakar dan menghitung waktu yang diperlukan hingga briket menjadi abu.

$$\text{Laju Pembakaran Briket} = \frac{\text{Berat Briket}}{\text{Waktu briket menjadi abu}}$$

3.7. Diagram Alir Proses



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro dan Laboratorium Chem-Mix Pratama Yogyakarta, dengan menggunakan kulit siwalan sebagai bahan baku utama biobriket yang dicampur perekat berupa tepung kanji dan tetes tebu. Proses dimulai dengan pengumpulan dan pencucian kulit siwalan untuk menghilangkan kotoran, kemudian dilakukan pengeringan di bawah sinar matahari selama 6–8 hari guna menurunkan kadar air. Setelah kering, kulit siwalan mengalami proses karbonisasi untuk menghasilkan arang, lalu dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Serbuk arang tersebut kemudian dicetak menjadi briket berdasarkan variasi perekat, lalu dikeringkan menggunakan oven untuk mengurangi kadar air akibat proses perekatan.

Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan laju pembakaran untuk membandingkan kinerja antara biomassa kulit siwalan kering dan hasil karbonisasinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses karbonisasi mampu meningkatkan nilai energi karena terbukanya pori-pori dan penguapan air, serta terurainya komponen penyusun bahan baku yang berkontribusi terhadap peningkatan nilai kalor.

4.2 Hasil Analisa

4.2.1 Hasil Analisa Uji Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan besaran panas atau energi (kalori) yang dihasilkan oleh briket untuk setiap massa briket yang dibakar (gram). Satuan dari nilai kalor yaitu kal/gram atau joule/gram (Ridhuan et al., 2019).

Nilai kalor merupakan parameter utama biobriket sebagai bahan bakar, sehingga nilai kalor mempengaruhi kualitas mutu biobriket. Biobriket dianggap berkualitas baik bila memiliki nilai kalor tinggi yang dipersyaratkan oleh Standart Nasional Indonesia minimal 5000 kal/gram atau joule/gram (SNI, 2000). Besar tidaknya nilai kalor dipengaruhi oleh kadar zat yang menguap, kadar abu, kadar air, dan karbon terikat (Anizar dkk, 2020). Proses karbonisasi

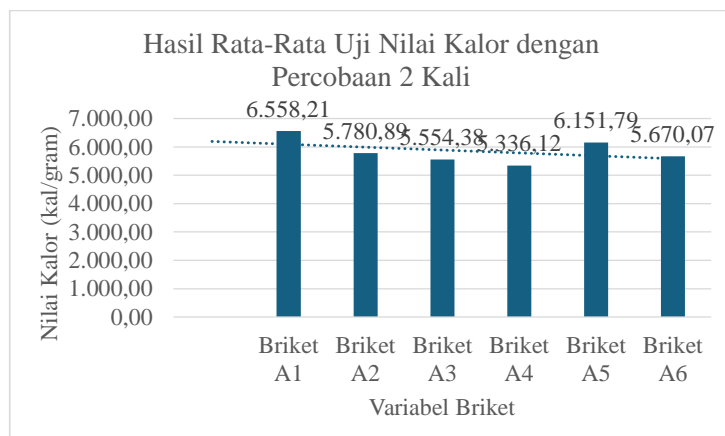
juga memiliki pengaruh terhadap nilai kalir dimana semakin tinggi suhu pengarangan maka kandungan karbon pada briket juga semakin meningkat (Sugiharto, 2021).

Tabel 4.1 Variabel Penelitian

Kode	Arang Siwalan	Tepung Tapioka	Tetes Tebu	Air
Briket A1	50 gr	5 gr		25 ml
Briket A2	50 gr	7,5 gr		25 ml
Briket A3	50 gr		5 gr	25 ml
Briket A4	50 gr		7,5 gr	25 ml
Briket A5	50 gr	5 gr	2,5 gr	25 ml
Briket A6	50 gr	2,5 gr	5 gr	25 ml

Tabel 4.2 Hasil Analisa Nilai Kalor Biobriket

Kode	Nilai Kalor (kal/gram)		
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Rata Rata
Briket A1	6.535,68	6.580,74	6.558,21
Briket A2	5.785,57	5.776,21	5.780,89
Briket A3	5.583,48	5.525,27	5.554,38
Briket A4	5.321,28	5.350,96	5.336,12
Briket A5	6.150,22	6.153,37	6.151,79
Briket A6	5.672,08	5.668,07	5.670,07
Total Rata Rata			35.051,46



Grafik 4.1 Grafik Hubungan Antara Pengaruh Bahan Baku Siwalan dan Komposisi Perekat Tepung Tapioka dan Tetes Tebu Terhadap Nilai Kalor

Pada proses pembuatan bahan bakar, nilai kalor menjadi parameter paling utama. Nilai kalor berpengaruh pada kualitas briket yang dihasilkan. Briket dinyatakan lulus uji apabila telah memenuhi nilai kalor yang dipersyaratkan SNI 01-6235-2000 yaitu minimal 5.000 kal/gram (SNI, 2000). Nilai kalor yang tinggi mengindikasikan kemampuan bahan bakar untuk menghasilkan energi panas yang lebih besar. Semakin tinggi nilai kalor maka kualitas briket semakin bagus. Nilai kalor pada briket akan dipengaruhi oleh kadar zat menguap, kadar abu, nilai kadar air, dan karbon terikatnya (Anizar dkk., 2020).

Nilai kalor pada biobriket siwalan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 5.100,00 kal/gram- 6.500,00 kal/gram. Nilai kalor tertinggi diperoleh pada sampel briket dengan jenis perekat (Variasi Briket A1) yaitu sebesar 6.558,21 kal/gram dan nilai tertinggi kedua yaitu 6.151,79 (Variabel Briket A5) dan nilai kalor terkecil pada 5.336,12 kal/gram (Variasi Briket A4).

Besarnya nilai kalor yang dihasilkan dipengaruhi oleh kadar karbon terikat. Semakin tinggi kadar karbon terikat, semakin besar pula nilai kalor yang dihasilkan. Siwalan memiliki kandungan karbon terikat yang cukup tinggi, sehingga menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Setelah melalui proses karbonisasi, senyawa selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam siwalan akan terurai, terutama saat pengarangan dilakukan pada suhu 300°C selama 1 jam.

Karbonisasi tidak hanya meningkatkan kadar karbon, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap peningkatan nilai kalor briket. Semakin tinggi suhu karbonisasi, semakin tinggi pula kandungan karbon dalam briket (Sugiharto dan Firdaus, 2021). Pada penelitian ini, proses karbonisasi dilakukan secara konvensional menggunakan tungku pembakaran dengan suhu tetap 300°C selama 1 jam. Suhu dan durasi tersebut terbukti stabil dan optimal, sehingga menghasilkan briket siwalan dengan nilai kalor yang memenuhi standar SNI 01-6235-2000 yaitu minimum 5.000 kal/gram pada seluruh sampel penelitian ini.

Jenis dan persentase perekat berpengaruh signifikan terhadap nilai kalor briket. Semakin banyak perekat yang ditambahkan, semakin tinggi pula kadar air, kadar abu, dan zat menguap dalam briket, karena bahan perekat

mengandung komponen yang tidak mengalami pirolisis. Hal ini menyebabkan penurunan nilai kalor briket. Penambahan perekat juga memerlukan lebih banyak air untuk proses pelarutan, sehingga semakin memperbesar kandungan air dalam briket. Kandungan air dan abu yang tinggi secara langsung menurunkan nilai kalor (Wahyudi & Tanggasari, 2023).

Dalam penelitian ini, kombinasi perekat tapioka dan tetes tebu pada variabel A5 dan A6 menghasilkan nilai kalor lebih rendah dibandingkan variabel A1 dan A2 yang hanya menggunakan perekat tapioka. Hal ini disebabkan kadar air pada kombinasi perekat lebih tinggi dibandingkan penggunaan satu jenis perekat saja. Meskipun demikian, nilai kalor pada variabel A5 dan A6 masih memenuhi standar SNI 01-6235-2000, yaitu di atas 5.000 kal/gram. Secara umum, penambahan perekat menurunkan nilai kalor karena perekat bersifat termoplastik, sulit terbakar, dan mengandung air dalam jumlah tinggi.

Perekat dapat menghasilkan briket yang kuat dan tidak mudah pecah. Namun, jika perekat dari briket terlalu banyak, partikel briket akan semakin rapat. Hal ini akan menghambat laju pembakaran karena tidak adanya rongga oksigen sehingga nilai kalor yang dihasilkan akan rendah. Hal ini sejalan dengan hasil nilai kalor dengan jumlah 7,5 gram perekat.

Tepung kanji merupakan perekat paling efektif untuk digunakan dalam pembuatan briket. Tepung kanji sebagai perekat cenderung menghasilkan briket dengan nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung sagu dan terigu. Tepung kanji dan tapioka dalam pembuatan briket masih dalam satu konteks yaitu berasal dari pati singkong. Hal ini sejalan dengan penelitian, didapatkan nilai kalor tertinggi pada variable A1 dengan nilai kalor 6.558,21 kal/gram menggunakan perekat tapioka 5 gram. Pada variable A2 didapatkan nilai kalor lebih rendah dari A1 karena kadar air yang cukup tinggi pada 7,5 gram tapioka dibandingkan pada jumlah air di 5 gram tapioka (variable A1). Pemanfaatan kanji sebagai perekat tidak hanya meningkatkan efisiensi energi dan stabilitas pembakaran, tetapi juga mendukung pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Tyassena, F. Y. P., Pertiwi, S., & Prasetya, F., 2025).

Pada uji signifikansi statistik terdapat selisih nilai kalor yang cukup mencolok antara briket dengan nilai tertinggi (Briket A1) dan terendah (Briket A4), dengan selisih sekitar 1.222,09 kal/gram. Untuk menguji apakah perbedaan tersebut signifikan secara statistik, dilakukan uji ANOVA (Analisis Varians Satu Arah). Hasil ANOVA menunjukkan nilai p-value sebesar 0,000, yang lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai kalor antar jenis briket yang diuji. Variasi nilai kalor yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu seperti komposisi bahan baku, jenis dan jumlah perekat, kadar air, dan kadar abu dari masing-masing briket. Briket dengan nilai kalor tertinggi, seperti A1 dan A5, diduga memiliki komposisi karbon yang lebih tinggi dan kandungan air atau abu yang lebih rendah dibandingkan briket lainnya. Hal ini menguatkan bahwa sifat fisikokimia dari bahan penyusun briket memberikan pengaruh nyata terhadap efisiensi energi yang dihasilkan. Oleh karena itu, evaluasi nilai kalor melalui pendekatan statistik menjadi penting untuk menilai kualitas dan kelayakan briket sebagai bahan bakar alternatif.

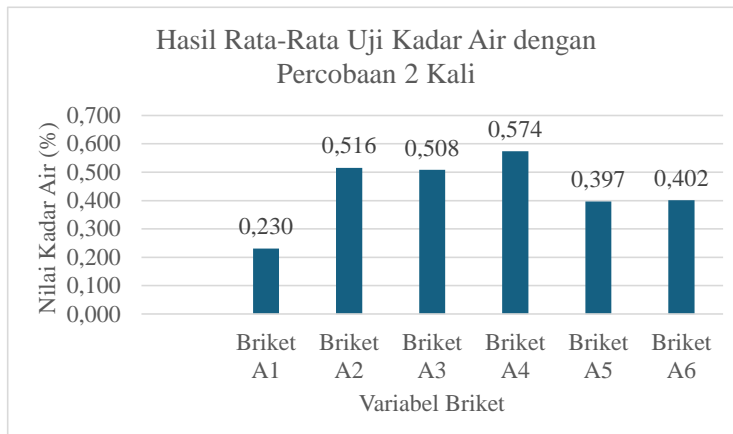
4.2.2 Hasil Analisa Uji Kadar Air

Kadar air adalah salah satu faktor penting yang menentukan kualitas biobriket yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air yang terkandung maka biobriket akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Hal ini disebabkan panas yang dihasilkan briket terlebih dahulu digunakan untuk memanaskan dan menguapkan air pada briket. Panas pembakaran yang dihasilkan tidak optimal karena panas diserap untuk menguapkan air. Hasil kadar air didapatkan dari keenam jenis variasi biobriket memiliki kadar air berkisar 0,23% - 0,57 %. Berdasarkan SNI 1-6235-2000, kualitas briket Indonesia untuk kadar air yaitu maksimal 8%

Tabel 4.3 Hasil Analisa Nilai Kadar Air Briket

Kode	Kadar Air (%)		
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Rata Rata
Briket A1	0,2212	0,2391	0,23015
Briket A2	0,5136	0,5176	0,5156
Briket A3	0,4949	0,5218	0,50835
Briket A4	0,5784	0,5698	0,5741
Briket A5	0,391	0,4024	0,3967

Briket A6	0,39	0,4134	0,4017
Total Rata Rata			2,63



Grafik 4.2 Grafik Hubungan Antara Pengaruh Bahan Baku Siwalan dan Komposisi Perekat Tepung Tapioka dan Tetes Tebu Terhadap Nilai Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi mudah tidaknya briket untuk dibakar. Semakin tinggi kadar air, maka briket akan semakin sulit terbakar dan nilai kalor yang dihasilkan pun menurun. Hal ini disebabkan oleh sifat higroskopis briket arang yang mudah menyerap air dari lingkungan. Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sifat higroskopis ini memengaruhi kualitas briket. Penambahan perekat dalam jumlah besar menyebabkan air yang terkandung dalam perekat masuk dan terikat dalam pori-pori arang. Selain itu, semakin tinggi jumlah perekat, maka kerapatan briket meningkat dan pori-pori menjadi lebih kecil. Kondisi ini membuat air yang terperangkap di dalam pori-pori sulit menguap saat proses pengeringan.

Karena kandungan air dalam perekat tinggi dan kerapatan briket meningkat, air menjadi sulit menguap selama proses pengovenan, apalagi pada konsentrasi perekat yang tinggi yang memerlukan lebih banyak air untuk pelarutan sehingga meningkatkan kadar air dalam briket. Pada penelitian ini jumlah perekat tapioka 5 gram memiliki kadar air paling sedikit yaitu 0,23%

pada briket A1. Sampel yang memiliki kadar air paling tinggi yaitu A4 dengan nilai kadar air 0,57% dengan perlakuan pemberian perekat 7,5 gram tetes tebu. Hal ini dikarenakan molase (tetes tebu mentah) mengandung kadar air relatif tinggi sekitar 22% (w/w) (Marbun et al., 2023). Ketika telah melewati proses pencampuran dan pengeringan pada pembuatan briket, kadar air akhir hasil penelitian mencapai 5,3% lebih tinggi dibandingkan tapioka (Azwar et al. 2021). Pada molase tetes tebu meskipun memiliki kadar air tinggi, tetap dapat menghasilkan briket dengan kualitas baik jika dikeringkan secara optimal (Hagos et al., 2022). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian pada perlakuan pemberian tetes tebu, kadar air di bawah 8% sesuai dengan SNI.

Faktor lain yang turut memengaruhi kadar air dalam briket adalah waktu pengeringan bahan baku dan waktu pengeringan setelah proses pencetakan. Pengeringan yang tidak optimal menyebabkan air tidak terbuang sempurna, sehingga kadar air tetap tinggi dalam briket. Pada penelitian ini, biobriket arang yang telah dicetak dikeringkan terlebih dahulu di bawah sinar matahari selama satu hari, kemudian dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan oven pada suhu 125 °C selama 3 jam. Dengan parameter suhu dan waktu tersebut, seluruh sampel menunjukkan kadar air kurang dari 8%, yang telah memenuhi standar SNI 01-6235-2000. Pengeringan pada suhu 120–130 °C terbukti efektif dalam meningkatkan densitas dan daya tahan (durability) biobriket hampir dua kali lipat dibandingkan pengeringan pada suhu ruang, tanpa menimbulkan risiko dekomposisi termal (Marreiro et al., 2021). Sebaliknya, pengeringan pada suhu di atas 300 °C tidak disarankan karena dapat memicu dekomposisi komponen biomassa, yang berpotensi menurunkan nilai kalor. Penelitian lain menunjukkan bahwa pengeringan pada suhu 120–150 °C mampu menurunkan kadar air hingga di bawah 5% (w/w), serta meningkatkan kekuatan tekan dan densitas biobriket hingga mencapai 1,2–1,4 g/cm³ (Navalta et al., 2020; Kumar et al., 2022; Kpalo et al., 2022).

Jenis perekat juga berpengaruh besar terhadap kadar air, karena masing-masing perekat memiliki kemampuan menyerap air yang berbeda. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa semua jenis perekat yang digunakan masih memenuhi standar SNI 01-6235-2000 yang menetapkan batas maksimum kadar air sebesar 8%. Pada penelitian sebelumnya, briket dengan konsentrasi perekat tapioka 3%

menghasilkan kadar air paling rendah yang disebabkan oleh ikatan kuat dan struktur berpori besar yang memudahkan penguapan air saat pengeringan (Legawati et al., 2025).

Berdasarkan penelitian Tyassena et al. (2025), kadar air yang tinggi tidak diinginkan karena dapat menurunkan nilai kalor dan mempercepat pertumbuhan mikroorganisme yang berdampak pada kestabilan penyimpanan briket. Penurunan kadar air sangat penting karena berkontribusi langsung terhadap peningkatan nilai kalor. Semakin sedikit energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air saat pembakaran, semakin banyak energi yang bisa dimanfaatkan secara efektif untuk menghasilkan panas. Oleh karena itu, pemilihan jenis dan konsentrasi perekat, serta metode pengeringan yang tepat, sangat menentukan kualitas fisik dan energi briket secara keseluruhan.

Berdasarkan tabel, kadar air enam jenis briket (A1–A6) berkisar antara 0,23% hingga 0,57%. Nilai ini tergolong sangat rendah dan menunjukkan bahwa proses pengeringan berlangsung baik. Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai F hitung (0,030864) < F kritis (4,964603) dan P-value (0,86405) > 0,05. Artinya, tidak ada perbedaan signifikan antar jenis briket terhadap kadar airnya, meskipun secara numerik ada variasi kecil.

Secara teori, kadar air rendah meningkatkan efisiensi pembakaran karena lebih sedikit energi terbuang untuk menguapkan air. Briket A1 yang memiliki kadar air terendah juga menghasilkan nilai kalor tertinggi, sesuai teori bahwa kadar air berbanding terbalik dengan nilai kalor. Namun, karena hasil tidak signifikan secara statistik, kualitas briket juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti kadar abu dan jenis perekat. Dengan demikian, kadar air rendah tetap penting, namun tidak satu-satunya faktor penentu kualitas pembakaran briket.

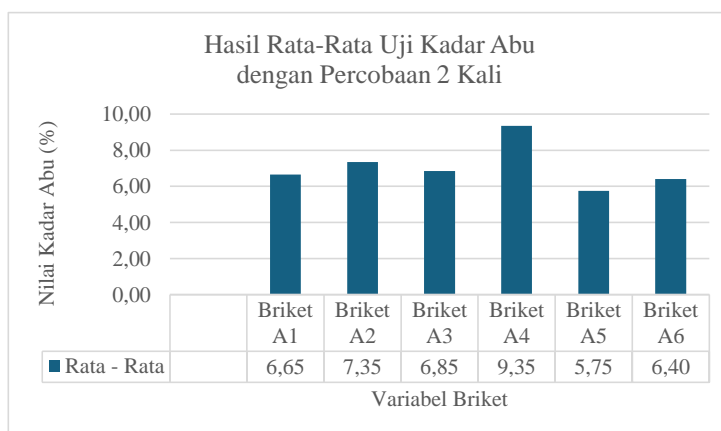
4.2.3 Hasil Analisa Uji Kadar Abu

Kadar abu merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas briket. Abu adalah residu yang tidak terbakar dan tertinggal setelah proses pembakaran selesai, yang sudah tidak lagi mengandung unsur karbon. Abu biasanya terdiri dari mineral seperti silika, lempung, kalsium, magnesium oksida, dan unsur lainnya (Mitan & Sa'adon, 2023). Kandungan abu berkorelasi dengan berat bahan anorganik dalam bahan baku, seperti kayu, dan dapat

memengaruhi efisiensi pembakaran karena abu tidak berkontribusi terhadap pelepasan energi panas. Semakin tinggi kadar abu dalam suatu briket, maka semakin rendah nilai kalor yang dihasilkan dapat menurunkan kualitas briket (Hidayat et al., 2024). Abu yang tinggi dapat membentuk kerak pada peralatan pembakaran, menghambat difusi oksigen, serta memperlambat laju pembakaran karena menurunnya transfer panas ke bagian dalam briket (Cholilie & Zuari, 2024). Berdasarkan berbagai hasil penelitian, kadar abu tergantung pada jenis bahan baku, metode karbonisasi, serta komposisi dan konsentrasi perekat.

Tabel 4.4 Hasil Analisa Nilai Kadar Abu Briket

Kode	Nilai Kadar Abu (%)		
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Rata Rata
Briket A1	6,3	7	6,65
Briket A2	7	7,7	7,35
Briket A3	6,7	7	6,85
Briket A4	9,2	9,5	9,35
Briket A5	5,5	6	5,75
Briket A6	6,3	6,5	6,4
Total Rata Rata			42,35



Grafik 4.3 Grafik Hubungan Antara Pengaruh Bahan Baku Siwalan dan Komposisi Perekat Tepung Tapioka dan Tetes Tebu Terhadap Nilai Kadar Abu

Jenis dan konsentrasi perekat sangat mempengaruhi kadar abu briket. Pada penelitian sebelumnya, penggunaan perekat tepung kanji cenderung menghasilkan kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan dengan lem kayu. Hal

ini karena kandungan karbohidrat seperti amilosa dan amilopektin dalam kanji mudah mengalami dekomposisi termal dan berubah menjadi abu. Sebaliknya, penggunaan perekat tepung tapioka 3% menghasilkan kadar abu terendah sekitar 4,4% karena daya rekatnya dapat mengurangi pembentukan abu saat pembakaran (Cholilie & Zuari, 2024). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian bahwa penggunaan campuran 5 gram tapioka dan 2,5 gram tetes tebu menghasilkan kadar abu paling rendah pada briket A5 yaitu 5,75%. Penggunaan perekat tapioka rata rata menghasilkan nilai kadar abu 6% paling rendah yaitu pada briket A6 memiliki nilai kadar abu 6,40% dengan perlakuan 2,5 gram tapioka dan 5 gram tetes tebu dan briket A1 memiliki nilai kadar abu 6,65% dengan perlakuan 5 gram perekat tapioca. Penggunaan tetes tebu (molase) sebagai perekat menghasilkan briket dengan kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan perekat tapioka, disebabkan oleh kandungan bahan anorganik dan komposisi molekul dalam tetes tebu yang kompleks. Hal ini sejalan pada hasil perlakuan A4 yang menghasilkan kadar abu paling tinggi yaitu sekitar 9,35% dengan perekat 7,5 gram tetes tebu sehingga hasil tidak sesuai SNI.

Kadar abu juga dipengaruhi oleh proses karbonisasi bahan baku. Karbonisasi konvensional, terutama pada suhu yang tidak optimum, dapat menghasilkan kadar abu lebih tinggi. Metode pirolisis dengan minim atau tanpa oksigen sangat disarankan karena mampu menurunkan kadar abu hingga 6–7%, dan menghasilkan pembakaran yang lebih efisien (Hasibuan et al, 2024).

Penelitian Kurniawan et al. (2020) menyebutkan bahwa semakin besar konsentrasi perekat, maka kadar abu cenderung menurun, namun juga bergantung pada bahan penyusunnya. Komposisi anorganik seperti SiO_2 , MgO , Fe_2O_3 , AlF_3 , dan MgF_2 dalam bahan perekat akan meningkatkan kadar abu akhir pada briket. Hal ini sejalan pada variabel yang memiliki komposisi 5 gram perekat yaitu A1 dan A3 lebih besar dibandingkan A5 dan A6 yang memiliki komposisi 7,5 gram perekat. Pemilihan bahan perekat, jenis bahan baku, serta metode produksi sangat menentukan keberhasilan dalam mencapai standar mutu seperti yang disyaratkan oleh SNI 01-6235-2000 yaitu kadar abu maksimal 8%, dan standar ESDM yaitu kadar abu $\leq 5\%$. Pada penelitian ini kelima sampel memiliki nilai kadar abu kurang dari 8% yaitu sekitar 5-7%. Kecuali pada variabel A4 memiliki nilai 9,35% karena pengaruh

komposisi dalam perekat molase dengan konsentrasi cukup tinggi sehingga tidak sesuai SNI. Mengontrol kadar abu briket sama dengan menjaga efisiensi pembakaran, meningkatkan nilai kalor, serta mengurangi dampak pencemaran lingkungan dari residu pembakaran.

Berdasarkan data hasil pengujian dan uji signifikansi statistik, kadar abu briket berkisar antara 5,75% (A5) hingga 9,35% (A4). Kadar abu yang rendah menandakan lebih sedikit residu anorganik, sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran dan nilai kalor. Sebaliknya, kadar abu tinggi dapat menurunkan kualitas energi briket.

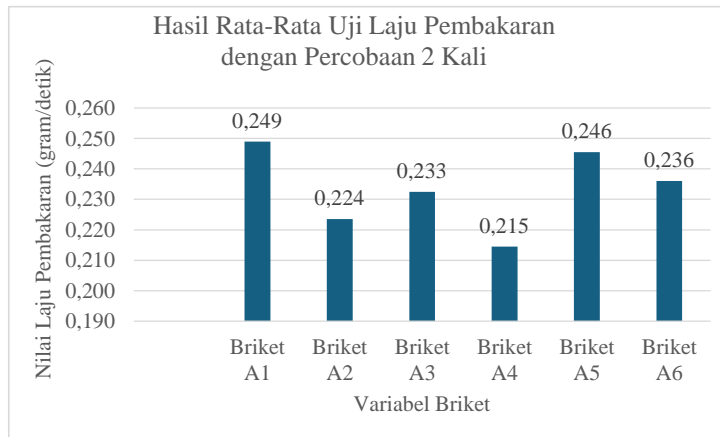
Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai $F (0,030864) < F \text{ kritis } (4,964603)$ dan $P\text{-value } (0,864045) > 0,05$, yang berarti tidak ada perbedaan signifikan kadar abu antar jenis briket. Meskipun nilai kadar abu berbeda secara angka, variasi tersebut tidak cukup kuat untuk dianggap dipengaruhi perlakuan secara nyata. Secara teoritis, kadar abu dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan perekat. Karena hasil yang didapatkan tidak berbeda secara signifikan, kemungkinan variasi hasil nilai kadar abu (%) disebabkan oleh faktor teknis seperti pencampuran bahan. Namun, briket dengan kadar abu lebih rendah (seperti A5) tetap lebih baik secara teknis untuk efisiensi pembakaran.

4.2.4 Hasil Analisa Uji Laju Pembakaran

Laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui efektivitas suatu bahan bakar, sekaligus menilai kelayakan biobriket yang diuji agar dapat dimanfaatkan secara optimal dalam aplikasinya. Laju pembakaran tinggi dipengaruhi oleh jenis perekat karena perekat mengandung senyawa hidrokarbon dan tidak bersifat termoplastik, sehingga biobriket menjadi lebih mudah terbakar (Obi, Pecenka & Clifford, 2022). Rerata laju pembakaran yang tinggi juga berkaitan dengan jumlah perekat yang digunakan; semakin banyak perekat, maka laju pembakaran cenderung meningkat (Odera et al., 2023). Uji lama penyalaan briket dilakukan dengan dua kali pengulangan, dimulai sejak awal pembakaran hingga seluruh briket menjadi abu. Hasil menunjukkan bahwa setiap perlakuan komposisi briket memiliki lama waktu penyalaan yang bervariasi sesuai dengan jenis dan proporsi bahan yang digunakan.

Tabel 4.5 Hasil Analisa Nilai Laju Pembakaran Briket

Kode	Nilai Laju Pembakaran (gr/detik)		
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Rata Rata
Briket A1	0,25	0,248	0,249
Briket A2	0,21	0,237	0,2235
Briket A3	0,23	0,235	0,2325
Briket A4	0,212	0,217	0,2145
Briket A5	0,244	0,247	0,2455
Briket A6	0,239	0,233	0,236
Total Rata Rata			1,40



Grafik 4.4 Grafik Hubungan Antara Pengaruh Bahan Baku Siwalan dan Komposisi Perakat Tepung Tapioka dan Tetes Tebu Terhadap Nilai Laju Pembakaran Briket

Pada hasil penelitian biobriket ini, terlihat pada grafik laju pembakaran paling lama terjadi pada variabel A1 dengan nilai 0,249 gram/detik dengan perlakuan pemberian variasi perakat berupa tapioka 5 gram. Sedangkan laju pembakaran paling rendah pada variabel A4 yaitu 0,215 gram/detik dengan perlakuan pemberian perakat yaitu 7,5 gram tetes tebu (molase). Faktor yang mempengaruhi hal ini karena kadar air A1 lebih rendah daripada briket dengan perbandingan lain sehingga menyebabkan transfer panas ke permukaan briket tersebar secara merata sehingga menyebabkan briket dapat nyala lebih lama. Hal ini sesuai karena pada variabel A1 memiliki nilai kadar air paling rendah dibandingkan sampel lainnya yaitu 0,230% sesuai SNI.

Nilai hasil uji pada tabel laju pembakaran briket A1 hingga A6, yang berkisar antara 0,235–0,249 gram/detik, kemudian dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA satu faktor (*single factor*) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan sampel variasi komposisi perekat. Briket A1 menunjukkan laju pembakaran tertinggi, sedangkan A2 terendah. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai F hitung sebesar 0,419603 lebih kecil dari F kritis sebesar 4,964603, serta nilai P sebesar 0,531725 lebih besar dari taraf signifikansi 0,05. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik antara laju pembakaran briket A1 hingga A6. Artinya, perbedaan bahan atau perlakuan yang diberikan pada masing-masing briket belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap performa pembakarannya. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh tingkat variasi perlakuan yang masih dalam batas homogenitas atau karena faktor-faktor lain seperti kadar air, jenis perekat, dan kepadatan yang belum cukup berbeda antar sampel. Oleh karena itu, untuk menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam laju pembakaran, dibutuhkan variasi perlakuan yang lebih besar terhadap parameter-parameter utama dalam proses pembuatan briket.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Seluruh variasi biobriket tempurung siwalan yang diuji memenuhi standar mutu SNI 01-6235-2000 dalam hal nilai kalor (≥ 5000 kal/gram), kadar air ($\leq 8\%$), dan hampir seluruhnya kadar abu ($\leq 8\%$), kecuali variasi dengan kadar perekat tetes tebu tertinggi.
2. Nilai kalor biobriket berkisar antara 5.336,12–6.558,21 kal/gram. Briket terbaik berdasarkan nilai kalor adalah A1 yaitu 6.558,21 kal/gram dengan 5 gram perekat tapioka, sementara nilai terendah terdapat pada A4 yaitu 5.336,12 kal/gram dengan 7,5 gram perekat tetes tebu.
3. Nilai kadar air terendah dimiliki oleh variasi A1 yaitu 0,23%, sedangkan tertinggi pada A4 yaitu 0,57%, keduanya jauh di bawah ambang batas SNI.
4. Kadar abu terendah diperoleh pada A5 dengan perlakuan campuran perekat 5 gram tapioka dan 2,5 gram tetes tebu yaitu mendapatkan nilai 5,75% dan jumlah tertinggi pada variasi A4 dengan komposisi perekat 7,5 gram tetes tebu, 9,35%, di mana nilai A4 tidak memenuhi syarat SNI.
5. Laju pembakaran tertinggi (0,249 gram/detik) didapat pada briket A1 dan terendah pada A4 (0,215 gram/detik). Ini diduga kuat dipengaruhi oleh kadar air dan kepadatan briket.
6. Penggunaan jenis dan komposisi perekat memiliki pengaruh signifikan yaitu:
 - a. Semakin tinggi kadar perekat (terutama tetes tebu) maka kadar air dan abu meningkat sehingga menurunkan nilai kalor serta laju pembakaran.
 - b. Tepung tapioka terbukti sebagai perekat paling efektif menghasilkan biobriket dengan nilai kalor tertinggi, kadar air terendah, dan laju pembakaran stabil.
7. Proses karbonisasi pada suhu 300°C selama 1 jam menghasilkan kadar karbon terikat optimal dapat mendongkrak nilai kalor seluruh sampel biobriket.
8. Walaupun nilai kalor menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan, parameter lain seperti kadar air, kadar abu, dan laju pembakaran tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa untuk

memperoleh briket dengan performa pembakaran yang lebih optimal, dibutuhkan perlakuan yang lebih bervariasi atau penyesuaian komposisi bahan yang lebih spesifik dan terarah.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan analisa proximate pengujian lanjutan yaitu uji volatile meter dan kadar carbon tetap untuk mengetahui kualitas briket secara keseluruhan.
2. Menghindari penambahan perekat secara berlebihan agar tidak menyebabkan rapatnya pori-pori, yang menghambat proses pembakaran dan menurunkan nilai kalor.
3. Mengimplementasikan metode karbonisasi dan pirolisis minim oksigen untuk lebih menekan kadar abu dan meningkatkan mutu hasil. Dengan langkah- langkah tersebut, biobriket tempurung siwalan dapat diandalkan sebagai bahan bakar alternatif yang efisien, ramah lingkungan, dan mendukung keberlanjutan energi di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A. Z., Pramono, P., & Sunyoto, S. (2017). Pengaruh Variasi Jumlah Perekat Tepung Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa. *Saintekno: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(2), 111-118.
- Arifan, F., Broto, W., Fatimah, S., & Aldi, V. (2022). Uji Kadar Air Varietas Jagung untuk Keripik Jagung di Desa Sugihmanik. *Pentana: Jurnal Penelitian Terapan Kimia*, 2(2), 1-6.
- Arni, A., Labania, H. M., & Nismayanti, A. (2014). Studi Uji Karakteristik Fisis Briket Bioarang Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Natural Science: Journal Of Science And Technology*, 3(1).
- Azwar, E., Yuliani, S. and Bakar, N.A., 2021. *Production and characterization of biomass briquettes using molasses as a binder*. *Renewable Energy Research*, 11(2), pp.122–130. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/352990097>
- Barir, M. F. (2020). Analisis Fisis Briket Dari Sampah Berbahan Alami Kulit Buah Siwalan (*Borassus Flabellifer L*) Sebagai Bahan Biomassa (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Cholilie, D. & Zuari, A., 2024. *Adhesive formulation and particle size in making bio-briquettes from bamboo pyrolysis waste charcoal raw material*. *Jurnal Litbang Industri*, 14(1), pp.35–42. doi:10.24960/jli.v14i1.8522.
- Crisdiantoro, E. E., Bimantio, M. P., & Oktavianty, H. (2024). Pengaruh Jenis Variasi Perekat pada Briket dari Limbah Ampas Kopi. *BIOFOODTECH: Journal of Bioenergy and Food Technology*, 3(2), 101-109.
- Christian, Andy. 2012. Pembuatan Briket Arang Dari Limbah Blotong Pabrik Gula Dengan Proses Karbonisasi. Laporan Penelitian Tidak Titerbitkan. Surabaya: UPNV Jatim
- Dharma, U. S., Rajabiah, N., & Setyadi, C. (2017). Pemanfaatan Limbah Blotong Dan Bagase Menjadi Biobriket Dengan Perekat Berbahan Baku Tetes Tebu Dan Setilage. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 6(1).
- Fachry, A.R dkk. 2010. Teknik Pembuatan Briket Campuran eceng Gondok dan Batubara sebagai Bahan Bakar Alternatif bagi Masyarakat pedesaan. Palembang: UNSR
- Faizal, M., Saputra, M., & Zainal, F. A. (2015). Pembuatan Briket Bioarang Dari Campuran Batubara Dan Biomassa Sekam Padi Dan Eceng Gondok. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(4), 28-39.

- Hagos, F.Y., Tadesse, Y.G. and Desta, M.T., 2022. *Production and characterization of briquettes from sugarcane bagasse of Wonji Sugar Factory, Oromia, Ethiopia*. *Environmental Systems Research*, 11(1), pp.1–12. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/377685275>
- Hasibuan, R., Hidayati, J., Misran, E., Purba, I.P.S., Erlangga, F., Pramananda, V. and Siregar, F.F., 2024. Effect of pyrolysis temperature and adhesive type on the quality of biobriquette from coffee stem biomass.
- Hidayat, M.F., et al., 2024. *Analysis of biocharcoal briquette characteristics and ash content effects on calorific value*. *Journal of Mechanical Engineering, Science, and Innovation*, 102, pp. 100–110.
- Iskandar, N., Nugroho, S., & Feliyana, M. F. (2019). Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI. *Majalah Ilmiah MOMENTUM*, 15(2).
- Kumar, R., Kpalo, S.Y., & Daramola, M.O. (2022) 'Influence of drying temperature on mechanical and combustion properties of bio-briquettes from agro-waste', *Renewable Energy*, 181, pp. 1056–1065. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40789-025-00779-0> (Accessed: 18 July 2025).
- Kurniawan, I., Wulandari, S. & Fernandez, R., 2020. *Analisis briket arang kulit kopi Robusta dengan variasi konsentrasi perekat tapioka*. *Agroteknika*, 8(2), pp.263–275.
- Legawati, L., Roza, R., Ermal, D. A. S., Maarasyid, C., Israyandi, I., & Fithry, D. A. (2025). Briket Ramah Lingkungan Berbasis Limbah Organik: Integrasi Kertas Bekas Sebagai Perekat pada Limbah Pertanian. *JURNAL SURYA TEKNIKA*, 12(1), 312-317.
- Marbun, R.T., Lumbantoruan, M.M. and Siregar, J.A., 2023. Pemanfaatan tetes tebu sebagai perekat briket bioarang dari limbah organik rumah tangga. *Jurnal Teknologi Energi*, 12(1), pp.21–27.
- Marreiro, D.N., Ribeiro, T.M., Silva, C.S., Costa, L.F., & Matos, C.T. (2021) 'Effects of hot-pressing temperature on physical and mechanical properties of biomass briquettes', *BioResources*, 16(4), pp. 7100–7114. Available at: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu> (Accessed: 18 July 2025).
- Mitan, S. & Sa'adon, R., 2023. *Influence of sieve size on calorific value and proximate properties of biomass briquettes*. *Journal of Ecological Engineering*, 24(7), pp. 25–34. doi:10.12911/22998993/163309.

- Mufti, A. A., Akram, M., Lisafitri, Y., & Kurnianingtyas, E. (2024). Analisis Variasi Jenis Perekat Tetes Tebu dan Tepung Tapioka Pada Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Menjadi Briket. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 9(2), 71-77.
- Navalta, L.G., Tabil, L.G., & Rogelio, P.S. (2020) 'Optimization of biomass briquetting parameters for low moisture and high mechanical strength', *SpringerLink - Environmental Science and Pollution Research*, 27(15), pp. 18245–18255. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-08490-3> (Accessed: 18 July 2025).
- Novalinda, Agustin. 2016. Pembuatan Biobriket Dari Campuran Kelapa Sawit Dan Ampas Tebu. Laporan Penelitian Tidak Diterbitkan. Palembang: Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Odera, G., et al., 2023. *Evaluation of binder effects on sawdust-based briquettes for its combustion characteristics*. *Journal of Ecological Engineering*, 24(11), pp.314–320. doi:10.12911/22998993/171901.
- Obi, O.F., Pecenka, R. & Clifford, M.J., 2022. *A Review of Biomass Briquette Binders and Quality Parameters*. *Energies*, 15(7), p.2426. doi:10.3390/en15072426
- Permatasari, A. R., Khasanah, L. U., & Widowati, E. (2014). Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Singkong (Manihot Utilissima) Dengan Variasi Jenis Aktivator. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7(2), 70-75.
- Putri, R. E., & Andasuryani, A. (2017). Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2), 143-151.
- Ruchjana, B. N., Falah, A. N., Rusyaman, E., & Hamid, N. (2019). Prediksi Nilai Fixed Carbon Sebagai Variabel Dalam Kualitas Batubara Dengan Metoda Ordinary Point Kriging Menggunakan Aplikasi R Fixed Carbon Estimation As Variables In Coal Quality By Means Ordinary Point Kriging Method Using R Programming. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 14(2), 127-141.
- Suryani, I., & Dahlan, M. H. (2012). Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Buah Bintaro Dan Tempurung Kelapa Menggunakan Perekat Amilum. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1).
- Tyassena, F. Y. P., Pertiwi, S., & Prasetya, F. (2025). Pengaruh Variasi Jenis Perekat Terhadap Kualitas Briket Dari Kulit Rambutan. *Jurnal Teknologi Kimia Mineral*, 4(1), 15-22.
- Wahyudi, W., & Tanggasari, D. (2023). Uji karakteristik briket serbuk gergaji kayu jati dengan pencampuran ampas tebu berdasarkan jumlah variasi perekat (tepung beras ketan). *Sultra Journal of Mechanical Engineering*, 2(1), 17-28.
- Wikanta, D. K., Arifan, F., Azmi, L., Widyaningsih, O. D., Septriani, R., Gupita, P. R., & Nurjannah, A. S. (2013). Optimalisasi Limbah Serbuk Kayu Menjadi Bioetanol Sebagai

Energi Alternatif Terbarukan Menggunakan Distilasi Gelombang Mikro. Prosiding Snst Fakultas Teknik, 1(1).

Winarno, F.G. 2004. Kimia Pangan Dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Yuliah, Y., Suryaningsih, S., & Ulfi, K. (2017). Penentuan Kadar Air Hilang Dan Volatile Matter Pada Bio-Briket Dari Campuran Arang Sekam Padi Dan Batok Kelapa. JIIF (Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika), 1(1), 51-57.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Menjemur kulit siwalan yang telah di cacah



Gambar 2. Karbonasi kulit siwalan



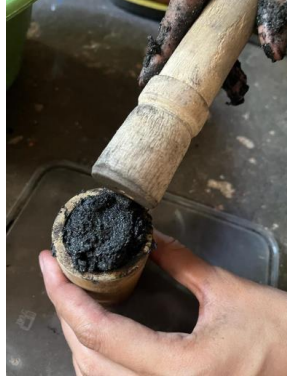
Gambar 3. Arang kulit siwalan hasil karbonasi



Gambar 4. Serbuk arang kulit siwalan



Gambar 5. Pencampuran serbuk arang kulit siwalan dengan perekat



Gambar 6. Pencetakan briket



Gambar 5. Pengeringan briket

Lampiran 2. Perhitungan Uji Briket

1. Perhitungan Uji Nilai Kalor Briket

Kode	Kalor (Kal/gram)		
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Rata Rata
Briket A1	6.535,68	6.580,74	6.558,21
Briket A2	5.785,57	5.776,21	5.780,89
Briket A3	5.583,48	5.525,27	5.554,38
Briket A4	5.321,28	5.350,96	5.336,12
Briket A5	6.150,22	6.153,37	6.151,79
Briket A6	5.672,08	5.668,07	5.670,07
Total Rata Rata			40.214,10

2. Perhitungan Uji Nilai Kadar Air Briket

Kode	Kadar Air (%)		
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Rata Rata
Briket A1	0,2212	0,2391	0,23015
Briket A2	0,5136	0,5176	0,5156
Briket A3	0,4949	0,5218	0,50835
Briket A4	0,5784	0,5698	0,5741
Briket A5	0,391	0,4024	0,3967
Briket A6	0,39	0,4134	0,4017
Total Rata Rata			2,63

3. Perhitungan Uji Nilai Kadar Abu Briket

Kode	Nilai Kadar Abu (%)		
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Rata Rata
Briket A1	6,3	7	6,65
Briket A2	7	7,7	7,35
Briket A3	6,7	7	6,85
Briket A4	9,2	9,5	9,35
Briket A5	5,5	6	5,75
Briket A6	6,3	6,5	6,4
Total Rata Rata			42,35

4. Perhitungan Uji Laju Pembakaran Briket

Kode	Nilai Laju Pembakaran (gr/detik)		
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Rata Rata
Briket A1	0,25	0,248	0,249
Briket A2	0,21	0,237	0,2235
Briket A3	0,23	0,235	0,2325
Briket A4	0,212	0,217	0,2145
Briket A5	0,244	0,247	0,2455
Briket A6	0,239	0,233	0,236
Total Rata Rata			1,40



Lab. Chem-Mix Pratama

HASIL ANALISA

Nomor:021/CMP/06/2023

Laboratorium Pengujian : Laboratorium Chem-Mix Pratama

Tanggal Pengujian : 21 Juni 2023

No	Kode	Kalor (kal/g)	
		Ulangan 1	Ulangan 2
1	Briket A1	6535,678	6580,742
2	Briket A2	5785,569	5776,212
3	Briket A3	5583,479	5525,272
4	Briket A4	5321,278	5350,96
5	Briket A5	6150,222	6153,367
6	Briket A6	5672,08	5668,069

Diperiksa Oleh Pimpinan

Dwi Widyanoro



Analisis

Putra Mahardika



Laboratorium : Kretek ,Jambidan ,Banguntapan ,Bantul ,Yogyakarta
Telp. 081228063145/081325271288

Lampiran 3. Uji Statistika ANOVA Single Factor

1. ANOVA Nilai Kalor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	6	35048,3 1	5841,384	189245,8935
Column 2	6	35054,6 2	5842,437	203740,9933

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	3,324321 3	1	3,324321	1,69182E-05	0,99679 9	4,96460 3
Within Groups	1964934, 4	10	196493,4			
Total	1964937, 8	11				

2. ANOVA Nilai Kadar Air

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	6	2,5891 7	0,43151	0,01598
Column 2	6	2,6641 7	0,44401	0,01438

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,00046875 1	1	0,00046 9	0,03086 4	0,8640 5	4,96460 3
Within Groups	0,15187453 7	10	0,01518 7			
Total	0,15234328 7	11				

3. ANOVA Nilai Kadar Abu

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	6	2,5891 7	0,43151	0,01598
Column 2	6	2,6641 7	0,44401	0,01438

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,00046875	1	0,000469	0,030864	0,86405	4,964603
Within Groups	0,15187453	10	0,015187			
Total	0,15234328	11				

4. ANOVA Nilai Laju Pembakaran

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	6	1,385	0,230833	0,000279
Column 2	6	1,417	0,236167	0,000127

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	8,53333E-05	1	8,53E-05	0,419603	0,531725	4,964603
Within Groups	0,00203366	10	0,000203			
Total	0,002119	11				