



**EFEKTIVITAS PEMANFAATAN BIOBRIKET KULIT KACANG TANAH
DENGAN PEREKAT LIKUIDA LIMBAH BUAH KAKAO SEBAGAI
BAHAN BAKAR BERBASIS ENERGI TERARUKAN**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana, pada
program studi Teknik Lingkungan.*

SKRIPSI

Oleh

**Elva Lia Adzani
191910601035**

**KEMETERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
TEKNIK LINGKUNGAN
JEMBER
2023**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu Nurjanah Sudiyani dan Babe Agus Sugeng tersayang yang memberikan doa, cinta, dukungan, dan motivasi untuk setiap langkah saya.
2. Almh. Sutiyeem, nenek saya yang saya kasihi karena selalu memberikan dukungan dan mendengarkan segala cerita perjalanan saya.
3. Kakak saya tersayang dan keluarga kecilnya, Agnes Diyani Mulyasari yang menyemangati untuk menyelesaikan studi di perguruan tinggi.
4. Sahabat-sahabat yang saya sayangi, yaitu Ikfina Maufuriya Fatarina, Raden Rara Lydia Devina Syantasyacitta, Marva Marsa Vania, Hestiana Kusumaningsih, dan Icha Aprilia Dyah Kusuma Wardani yang menjadi tempat berkeluh kesah, selalu mendengar kisah saya hingga saat ini, dan selalu mengingatkan bahwa semua hal tidak perlu dipaksakan karena semua memiliki masanya sendiri.
5. Kakak saya di Rukos Kamboja, Aylia Ainur Rahma yang selalu menemani dan memberikan dukungan kepada saya.
6. CEO Intelkit yang bersama saya menciptakan ide dalam tugas akhir ini.
7. Dinda Margesta Priantika yang selalu percaya bahwa saya bisa menyelesaikan sesuatu yang sudah saya mulai.
8. Sang Ayu Putri Kinanti, Alferina Vania Widya Calista, Allyssa Rahma, Awalia Syifa, Elvin Maulida Fajar Cahyani, Arif Hidayatulloh yang telah memberi semangat dan dukungan selama saya menjalani studi di perguruan tinggi.
9. Teman-teman Teknik Lingkungan 2019 dan Energi Tebarukan, Resky Try Viana Febrianty yang menjadi rekan satu penelitian, mendukung, dan menyemangati saya untuk selalu berprogres dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. Terima kasih kepada diri saya sendiri, Elva Lia Adzani, yang telah bertahan dan berjuang untuk melawan semua sakit (fisik dan psikis), sedih, dan kemalasan. Terima kasih atas kerja keras yang walaupun berprogres secara lamban tetapi telah menyelesaikan amanah yang diberikan oleh Ibu dan Babe.

MOTO

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.
(QS. Al-Insyirah ayat 5-8)¹

dan

Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah sekian kesabaran (yang kau jalani), yang akan membuatmu terpana hingga akan lupa betapa sedihnya rasa sakit.
(Ali bin Abi Thalib)²



¹ Qur'an Kemenag. 2022. <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/94?from=1&to=8>. [Diakses pada 15 Juni 2023].

² Nandy. 2022. Gramedia Blog. <https://www.gramedia.com/best-seller/quotes-ali-bin-abi-thalib/>. [Diakses pada 15 Juni 2023].

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Elva Lia Adzani

NIM : 191910601035

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul *Efektivitas Pemanfaatan Biobriket Kulit Kacang Tanah dengan Perekat Likuida Limbah Kulit Buah Kakao Sebagai Bahan Bakar Berbasis Energi Terbarukan* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 2 Juli 2023

Yang menyatakan,



METERAI
TEMPEL
PD68AKX560392737

Elva Lia Adzani

NIM 191910601035

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Efektivitas Pemanfaatan Biobriket Kulit Kacang Tanah dengan Perekat Likuida Limbah Kulit Buah Kakao Sebagai Bahan Bakar Berbasis Energi Terbarukan* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

hari : Kamis
tanggal : 13 Juli 2023
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Ir. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.
NIP : 197111141999031002

()

2. Pembimbing Anggota

Nama : Ir. Audiananti Meganandi K, S.Si., M.T.
NIP : 198807272022032006

()

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T.
NIP : 197205281998022001

()

2. Penguji Anggota

Nama : Cantika Almas Fildzah, S.T., M.T.
NIP : 199706182022032010

()

ABSTRACT

Unutilized peanut shell waste from the production of MSMEs in Jember processed into biobriquettes with cocoa pod shell waste liquids as adhesive. The purpose of this study is to determine the quality of biobriquette with variations in particle size by considering calorific value, moisture content, and ash content. The particle variations used were 40, 50, and 60 mesh. The research began with carbonization of peanut shells for 60 minutes at 450°C, pulverization, sieving with particle size variations, making adhesives, making bio briquette mixture with a ratio of 75:25, molding, drying at 60°C for 2×60 minutes, and testing the calorific value, moisture content, and ash content. The results showed that the 40 mesh particle variation produced a calorific value of 5,206.68 cal/gram, 0.077% moisture content, and 0.6325% ash content. The 50 mesh particle variation produces a calorific value of 5,163.15 cal/gram, 0.0790% moisture content, and 0.8365% ash content. The 60 mesh particle variation produced a calorific value of 4,992.90 cal/gram, moisture content of 0.0841%, and ash content of 0.8365%. The results of the anova test, the significance values of calorific value, moisture content, and ash content, are 0.03; 0.001; and 0.2. Based on the parameter test results, particle variation affects the calorific value and moisture content less with $F < 0.05$ significance. Meanwhile, particle variation has no effect on ash content with a significance value of $F > 0.05$.

Keywords: Bio-Briquette, Particle, Calorific Value, Moisture Content, Ash Content

RINGKASAN

Efektivitas Pemanfaatan Biobriket Kulit Kacang Tanah dengan Perkat Likuida Limbah Kulit Buah Kakao; Elva Lia Adzani; 191910601035; 2023; 62 halaman; Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Jember.

Sebuah UMKM yang bergerak di bidang agroindustri yang berada di Krajan Barat, Jelbuk, Jember, Jawa Timur menghasilkan limbah kulit kacang tanah. Limbah kulit kacang tanah dimanfaatkan sebagai bahan bakar berbasis energi terbarukan, yaitu biobriket kulit kacang tanah. Biobriket kulit kacang tanah dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar berskala industri. Biobriket kulit kacang tanah dioptimalkan dengan penggunaan perekat yang memanfaatkan limbah kulit buah kakao. Limbah kulit buah kakao dimanfaatkan karena memiliki jumlah yang melimpah. Selain itu, kulit buah kakao mengandung lignin yang berpotensi menjadi perekat dengan melalui proses likufikasi. Oleh karena itu, perekat ini disebut dengan perekat likuida limbah kulit buah kakao.

Pembuatan biobriket kulit kacang tanah dibuat dengan melalui *pretreatment*. Kulit kacang tanah dikeringkan selama 4 hari sebelum dilakukan karbonisasi. Karbonisasi dilakukan selama 60 menit dengan suhu 450°C. Arang hasil karbonisasi kemudian diayak menggunakan tiga variasi ayakan, yaitu 40, 50, dan 60 *mesh*. Masing-masing variasi ayakan dicampur dengan perekat likuida limbah kulit buah kakao dengan perbandingan arang : perekat yaitu 75:25 dengan total massa biobriket sebesar 20 gram. Adonan biobriket dicetak dan di-*press* dengan tekanan 750 Psi. Biobriket yang selesai dicetak dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 2×60 menit. Biobriket selanjutnya dilakukan uji nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan kuat tekan.

Biobriket kulit kacang tanah dilakukan pengujian bertujuan untuk mengetahui kualitasnya. Nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan kuat tekan menjadi parameter yang dapat dilihat dari biobriket kulit kacang tanah. Partikel 40 *mesh* menunjukkan nilai kalor dan kadar air terbaik, yaitu 5.206,68 kal/gram dan 0,0770% dengan nilai signifikansi nilai kalor kadar air sebesar $F < 0,05$. Variasi ukuran partikel berpengaruh terhadap nilai kalor yaitu, semakin kecil ukuran partikel, semakin kecil pula nilai kalor yang dihasilkan. Sedangkan semakin kecil ukuran partikel, semakin tinggi kadar air yang dihasilkan. Partikel 50 *mesh* menunjukkan kadar abu dan nilai kuat tekan terbaik, yaitu 0,8440% dan 0,119 kN/mm². Variasi ukuran partikel berpengaruh terhadap kadar abu disebabkan semakin kecil ukuran partikel, semakin tinggi pula kadar abu yang dihasilkan. Variasi ukuran partikel juga berpengaruh terhadap nilai kuat tekan. Partikel yang lebih kecil membuat biobriket lebih padat karena partikel penyusun biobriket cenderung lebih halus sehingga biobriket tidak mudah rapuh. Namun, perhitungan statistik menunjukkan nilai signifikansi kadar abu dan kadar air sebesar $F > 0,05$ sehingga variasi ukuran partikel tidak berpengaruh. Ketidakberpengaruh ini terjadi karena adonan biobriket kurang homogen dan alat yang digunakan terjadi eror.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, pengetahuan, pengalaman, kekuatan, dan kesempatan, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul *Efektivitas Pemanfaatan Biobriket Kulit Kacang Tanah dengan Perekat Likuida Limbah Kulit Buah Kakao sebagai Bahan Bakar Berbasis Energi Terbarukan*.

Skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi syarat kelulusan Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Jember. Seperti yang tertera pada halaman judul, skripsi ini akan membahas mengenai efektivitas pemanfaatan biobriket kulit kacang tanah dengan perekat likuida limbah kulit buah kakao sebagai bahan bakar berbasis energi terbarukan. Penulis telah mendapat berbagai bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak dalam menyusun skripsi ini. Penulis berterima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Umum yang telah membimbing, memberikan ilmu, tenaga, dan waktu sehingga skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya.
2. Ibu Ir. Audiananti Meganandi Kartini, S.Si, M.T selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing, memberikan ilmu, tenaga, dan waktu sehingga skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya.
3. Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama yang bersedia memberikan kritik dan saran salam penulisan skripsi ini.
4. Cantika Almas Fildzah, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Anggota yang bersedia memberikan kritik dan saran salam penulisan skripsi ini.
5. Kedua orang tua penulis yang memberikan dukungan baik moral maupun materi.
6. Teman-teman Program Studi S1 Teknik Lingkungan yang telah berjuang dan saling memberi semangat.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah memberi dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat menjadi referensi. Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berterima kasih kepada pihak-pihak yang berkenan memberikan kritik, saran, dan tanggapan.

Jember, Juli 2023

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTO	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN TEORI	5
2.1 Energi	5
2.2 Potensi dan Urgensi Biobriket.....	6
2.3 Karbonisasi.....	7
2.4 Parameter Kimia Biobriket.....	7
2.4.1. Kadar Air	8
2.4.2. Kadar <i>Volatile Matter</i> (Zat Terbang)	9
2.4.3. Kadar Abu	9
2.4.4. Kadar Karbon Terikat (<i>Fixed Carbon</i>).....	10
2.4.5. Nilai Kalor	10
2.4.6. Lama Nyala Api	11
2.5 Parameter Fisik Biobriket.....	11
2.5.1. Densitas	11
2.5.2. Daya Tahan.....	12
2.5.3. Kuat Tekan	12
2.5.4. Morfologi Permukaan.....	12
2.6 Limbah Kulit Kacang Tanah	13
2.7 Bahan Perikat Biobriket.....	13
2.7.1. Perikat Pati.....	14

2.7.2. Perekat Likuida Kulit Buah Kakao	14
2.8 Penelitian yang Relevan	14
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Rancangan Penelitian	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3 Alat dan Bahan	18
3.3.1. Alat	18
3.3.2. Bahan	19
3.4 Variabel Penelitian	19
3.4.1. Variabel terikat	19
3.4.2. Variabel kontrol	19
3.4.2. Variabel bebas	19
3.5 Prosedur Penelitian	20
3.5.1. Persiapan Bahan Baku	20
3.5.2. Proses Karbonisasi	20
3.5.3. Proses Pembuatan Perekat	20
3.5.4. Proses Pembuatan Biobriket	22
3.6 Metode Uji Parameter Biobriket	22
3.6.1. Metode Pengujian Nilai Kalor	22
3.6.2. Metode Pengujian Kadar Air	23
3.6.3. Metode Pengujian Kadar Abu	23
3.6.4. Metode Pengujian Kuat Tekan	24
3.7 Kerangka Pemecahan Masalah	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Karakteristik Biobriket	27
4.2 Nilai Kalor	28
4.3 Kadar Air	30
4.4 Kadar Abu	32
4.5 Kuat Tekan	34
4.6 Analisis Statistik Pengaruh Variasi Ukuran Partikel	36
4.6.1. Nilai Kalor	36
4.6.2. Kadar Air	37
4.6.3. Kadar Abu	38
4.6.4. Kuat Tekan	39
4.7 Kelebihan dan Kekurangan Biobriket	40
4.8 Rekomendasi	41
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN-LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter kualitas biobriket.....	8
Tabel 2. 2 Penelitian yang relevan	15
Tabel 4. 1 Kode biobriket	27
Tabel 4. 2 Nilai kalor biobriket kulit kacang tanah.....	28
Tabel 4. 3 Data penurunan massa biobriket kacang tanah saat dikeringkan.....	30
Tabel 4. 4 Kadar air biobriket kulit kacang tanah.....	31
Tabel 4. 5 Kadar abu biobriket kacang tanah.....	32
Tabel 4. 6 Kuat tekan biobriket kacang tanah.....	34
Tabel 4. 7 Uji <i>Kolmogrov Smirnov</i> nilai kalor biobriket	36
Tabel 4. 8 Analisis regresi linier sederhana pada nilai kalor biobriket.....	36
Tabel 4. 9 Uji anova pada nilai kalor biobriket.....	37
Tabel 4. 10 Uji <i>Kolmogrov Smirnov</i> kadar air biobriket.....	37
Tabel 4. 11 Analisis regresi linier sederhana pada kadar air biobriket	37
Tabel 4. 12 Uji anova pada kadar air biobriket.....	38
Tabel 4. 13 Uji <i>Kolmogrov Smirnov</i> kadar abu biobriket	38
Tabel 4. 14 Analisis regresi linier sederhana pada kadar abu biobriket.....	39
Tabel 4. 15 Uji anova pada kadar abu biobriket	39
Tabel 4. 16 Uji <i>Kolmogrov Smirnov</i> nilai kuat tekan biobriket.....	39
Tabel 4. 17 Analisis regresi linier sederhana pada nilai kuat tekan biobriket.....	40
Tabel 4. 18 Uji anova pada nilai kuat tekan biobriket	40
Tabel 4. 19 Kelebihan dan kekurangan biobriket kulit kacang tanah	41

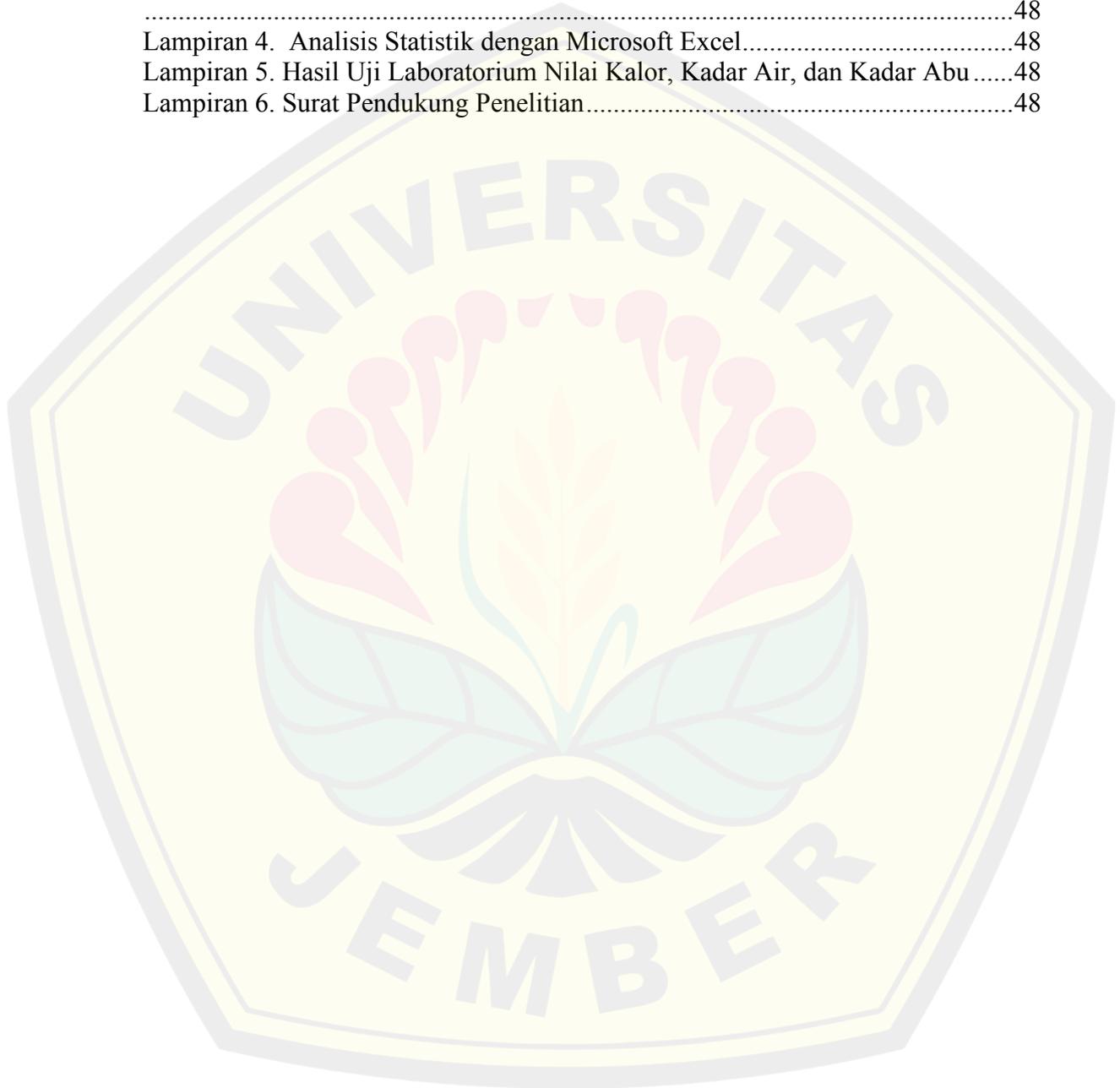
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Furnace</i>	20
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pembuatan Biobriket Kulit Kacang Tanah	26
Gambar 4. 1 Biobriket Kulit Kacang Tanah	27
Gambar 4. 2 Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Nilai Kalor.....	29
Gambar 4. 3 Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Kadar Air.....	31
Gambar 4. 4 Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Kadar Abu.....	33
Gambar 4. 5 Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Nilai Kuat Tekan.....	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pembuatan Perkat Likuida Kulit Buah Kakao.....	48
Lampiran 2. Dokumentasi Pembuatan Biobriket Kulit Kacang Tanah.....	48
Lampiran 3. Analisis Statistik Uji Normalitas dengan <i>Software Open Source</i> : Posit	48
Lampiran 4. Analisis Statistik dengan Microsoft Excel.....	48
Lampiran 5. Hasil Uji Laboratorium Nilai Kalor, Kadar Air, dan Kadar Abu	48
Lampiran 6. Surat Pendukung Penelitian.....	48



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi dibutuhkan sebagai penunjang aktivitas manusia. Energi berperan penting terutama dalam menyuplai bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan memiliki banyak sumber yang dapat diubah menjadi energi yang digunakan untuk menunjang kehidupan. Bahan bakar yang digunakan di Indonesia umumnya masih menggunakan bahan bakar fosil. Perkembangan teknologi mendorong untuk terciptanya energi yang dapat digunakan secara berkelanjutan. Energi yang berkelanjutan dikembangkan untuk mensubstitusi bahan bakar fosil yang berpotensi untuk habis di kemudian hari disebut dengan energi terbarukan. Biomassa merupakan salah satu contoh energi terbarukan yang berasal dari bahan organik. Bahan organik yang digunakan sebagai biomassa adalah limbah. Limbah berasal dari sisa kegiatan atau produksi yang cenderung bernilai ekonomi rendah (Lubis, 2008 dalam Arifah, 2017).

Limbah yang berasal dari sisa kegiatan usaha dapat dimanfaatkan untuk menciptakan energi terbarukan. Limbah berpotensi untuk dijadikan bahan utama energi terbarukan. Sebuah UMKM yang bergerak di bidang agroindustri yang berada di Dusun Krajan Barat, Jelbuk, Jember, Jawa Timur menghasilkan limbah organik dari sisa kegiatan produksi. Dusun Krajan Barat, Jelbuk memiliki banyak UMKM yang menggunakan kacang tanah sebagai bahan baku dalam berusaha. Kacang tanah tersebut diolah menjadi kacang oven untuk dipasarkan. Sehingga, kacang tanah tersebut dilakukan pemisahan antara kacang tanah dan kulitnya. Kulit kacang tanah ini menjadi limbah organik dari hasil produksi yang tidak dimanfaatkan kembali oleh UMKM-UMKM tersebut. Produksi kacang tanah di Kabupaten Jember mulai tahun 2007-2017 mengalami kenaikan dan penurunan. Namun, produksi kacang tanah di Kabupaten Jember tetap menduduki angka ribuan ton setiap tahunnya. Data penggunaan kacang tanah sebagai bahan baku produksi pada 2018 di Kabupaten Jember sebesar 2.788 ton (BPS, 2018).

Indonesia sebagai negara agraris memanfaatkan hasil pertanian sebagai mata pencaharian. Kacang tanah merupakan salah satu hasil pertanian yang berpotensi menjadi bahan baku yang terus digunakan dalam berbagai aspek kegiatan usaha bahkan dalam sektor perindustrian. Sebanyak 20% kulit kacang tanah didapatkan dari setiap kegiatan produksi. Kulit kacang tanah memiliki komposisi 90,5%; protein kasar 8,4%; lemak kasar 1,8 %; serat kasar 63,5 %; abu 3,6 %; ADF (*Acid Detergent Fiber*) 68,3%; NDF (*Neutral Detergent Fiber*) 77,2%; lignin 29,9%; Selulosa 65% (Sani, 2009 dalam Febriani *et al.*, 2022).

Kandungan yang dimiliki oleh kulit kacang tersebut berpotensi untuk menjadi bahan bakar yang berbasis energi terbarukan. Biomassa dapat menjadi sumber energi baru dan terbarukan (EBT) dengan mengkonversikan limbah biomassa menjadi biobriket. Biobriket kulit kacang tanah mensubstitusi bahan bakar fosil sehingga lebih ramah lingkungan karena memanfaatkan limbah. Biobriket kulit kacang tanah memerlukan perekat yang berfungsi sebagai lem agar biobriket dapat menyatu dan mudah dibentuk. Perekat yang digunakan adalah perekat alami yang berasal dari limbah kulit buah kakao. Kulit buah kakao mengandung lignin yang dapat berfungsi sebagai pembentuk biobriket. Biobriket yang dihasilkan kemudian diuji untuk mengetahui karakteristiknya (Sucipto, 2009a dalam Medynda *et al.*, 2012). Produksi kakao di Jawa Timur mencapai 35.304 ton pada tahun 2020 yang terdiri atas produksi kakao rakyat sebesar 20.815 ton, perkebunan besar negara sebesar 11.249, dan perkebunan besar swasta sebanyak 3.240 ton (Kominfo Provinsi Jawa Timur, 2022). Produksi tanaman kakao yang melimpah membuat produksi buah kakao yang melimpah berpotensi menghasilkan limbah. Kulit buah kakao berpotensi untuk dapat dijadikan perekat likuida. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengujian biobriket didasarkan pada persyaratan mutu briket yang tertera pada SNI 01-6235-2000. Pengujian biobriket kulit kacang yang dilakukan menurut SNI 01-6235-2000, meliputi uji kadar air, dan nilai kalor. Selain itu, biobriket juga dilakukan pengujian pengaruh lama waktu karbonisasi terhadap kekuatan fisik biobriket, yaitu uji kuat tekan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melakukan penelitian dengan menggunakan kulit kacang tanah dan kulit buah kakao sebagai bahan perekat

sebagai bahan untuk membuat biobriket. Penelitian tersebut berjudul “Efektivitas Pemanfaatan Biobriket Kulit Kacang Tanah dengan Perekat Likuida Limbah Kulit Buah Kakao sebagai Bahan Bakar Berbasis Energi Terbarukan”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah disusunnya skripsi dengan penelitian pemanfaatan biobriket kulit kacang tanah dengan perekat likuida limbah kulit buah kakao sebagai bahan bakar berbasis energi terbarukan, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh perbedaan ukuran partikel biobriket dari bahan limbah kulit kacang tanah terhadap nilai kalor biobriket?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan ukuran partikel biobriket dari bahan limbah kulit kacang tanah terhadap karakteristik kimia, yaitu kadar air dan kadar abu?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan ukuran partikel terhadap kuat tekan biobriket dari bahan limbah kulit kacang tanah?

1.3 Batasan Penelitian

Batasan penelitian disusunnya skripsi dengan penelitian pemanfaatan biobriket kulit kacang tanah dengan perekat likuida limbah kulit buah kakao sebagai bahan bakar berbasis energi terbarukan, yaitu:

1. Bahan biobriket yang diuji adalah limbah kulit kacang tanah yang merupakan limbah UMKM kacang oven di Desa Krajan Barat, Jelbuk, Jember, Jawa Timur.
2. Cetakan biobriket berbentuk silinder dengan kapasitas 20 gram.
3. Jenis bahan pengikat yang digunakan adalah perekat likuida dari limbah kulit buah kakao.
4. Waktu penahanan tekan pembriketan selama 60 detik.
5. Pembriketan dilakukan dengan tekanan 750 Psi.
6. Waktu pengeringan biobriket selama 2×60 menit.
7. Suhu pengeringan biobriket 60°C.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian disusunnya skripsi dengan penelitian pemanfaatan biobriket kulit kacang tanah dengan perekat likuida limbah kulit buah kakao sebagai bahan bakar berbasis energi terbarukan, yaitu:

1. Menentukan dan menganalisis pengaruh perbedaan ukuran partikel biobriket dari bahan limbah kulit kacang tanah terhadap nilai kalor biobriket.
2. Menentukan dan menganalisis pengaruh perbedaan ukuran partikel biobriket dari bahan limbah kulit kacang tanah terhadap karakteristik kimia, yaitu kadar air dan kadar abu.
3. Menentukan dan menganalisis pengaruh perbedaan ukuran partikel terhadap kuat tekan biobriket dari bahan limbah kulit kacang tanah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian disusunnya skripsi dengan penelitian pemanfaatan biobriket kulit kacang tanah dengan perekat likuida limbah kulit buah kakao sebagai bahan bakar berbasis energi terbarukan, yaitu:

1. Mampu memberikan pengetahuan baru yang berguna dalam penentuan standar kualitas biobriket khususnya mengenai bahan baku dan perekat yang digunakan dan untuk mengetahui karakteristik kimia.
2. Dapat diterapkan sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ekonomis, ramah lingkungan, mempunyai sifat fisik yang baik dan optimum, serta berkelanjutan.

BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia, dan elektromagnetika. Sumber energi dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi atau energi. Sumber energi terbarukan dihasilkan dari sumber daya energi yang berkelanjutan (*sustainable*). Sumber daya energi ini jika dikelola dengan baik dapat menjadi energi terbarukan (PP No. 79 Tahun 2014). Biomassa merupakan bahan yang dapat diuraikan yang berasal dari alam (organik terbarukan) yang dihasilkan secara langsung atau tidak langsung, sebagai contoh limbah dan/atau polutan. Biomassa tergolong limbah perkotaan dan industri, produk sampingan kehutanan, tanaman (baik yang ditanam di tanah maupun di air dan tanaman yang cepat tumbuh), pertanian, kayu, limbah yang mengikuti kegiatan kehutanan, tanaman, dan pertanian, dan kayu, serta produk sampingan ternak dan kotoran hewan (Diji, 2013) dalam (Putri *et al.*, 2023).

Biomassa adalah bahan organik dari tumbuhan, hewan, produk, dan limbah dari industri akuakultur. Biomassa mengandung unsur utama atom karbon (C). Biomassa biasanya terdiri dari lignin dan selulosa. Komposisi unsur biomassa tanpa abu dan tanpa air adalah sekitar 53% massa karbon, 42% oksigen, 6% hidrogen, dan sejumlah kecil nitrogen, fosfor, dan belerang (masing-masing kurang dari 1%) (Supriyatno & Crishna, 2010).

Biomassa memiliki keunggulan dari segi harga, yaitu lebih ekonomis dari energi lainnya. Biomassa lebih ekonomis karena jumlahnya melimpah dan terkadang berasal dari produk sampingan kegiatan masyarakat, sebagai contoh kegiatan industri. Nilai kalori 3.000-4.500 kal/gram, energi yang dikandung memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan, terutama sebagai pembangkit listrik tenaga panas (Supriyatno & Crishna, 2010).

2.2 Potensi dan Urgensi Biobriket

Biobriket termasuk dalam produk bahan bakar terbarukan yang berbentuk padat. Biobriket digunakan dengan cara dibakar sebagai energi. Biobriket berasal dari biomassa untuk mensubstitusi bahan bakar berbasis fosil, arang yang berasal dari kayu bakar alam, dan bahan bakar pemanas pada industri. Biobriket berpotensi untuk dapat menjadi energi terbarukan yang berkelanjutan karena biobriket terbuat dari residu agroindustri atau agrikultur (Ferguson, 2012 dalam Wicaksono & Nurhatika, 2018). Menurut Setiawan (2007) dalam Elfiano *et al.* (2014) biobriket memiliki kelebihan dibandingkan arang konvensional, yaitu:

1. Panas (nilai kalor) yang dihasilkan biobriket lebih tinggi.
2. Menghasilkan asap yang lebih sedikit saat dibakar.
3. Biobriket dibuat dengan cetakan sehingga memiliki bentuk dan ukuran yang sama.
4. Bentuk dan ukuran biobriket dapat disesuaikan oleh pembuat.
5. Bahan baku yang digunakan tidak menghasilkan polutan.

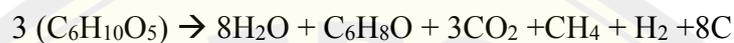
Biobriket dibuat dengan proses pengeringan bahan baku, karbonisasi, penggilingan bahan baku dan pengayakan bahan baku, pembuatan perekat, pencampuran bahan baku dengan perekat, pencetakan, pengeringan, dan uji parameter. Tahap-tahap pembuatan biobriket diuraikan sebagai berikut (Maryono *et al.*, 2013):

1. Pengeringan dilakukan untuk menurunkan kadar air bahan baku.
2. Karbonisasi dilakukan untuk mengubah bahan baku menjadi arang dengan cara dipanaskan dengan suhu tinggi.
3. Penggilingan arang dilakukan untuk menghaluskan bahan baku dengan mesin penggiling yang kemudian dilakukan pengayakan agar mendapat ukuran butiran bahan baku yang seragam.
4. Bahan baku dicampur dengan perekat sehingga menjadi adonan biobriket dengan komposisi tertentu.
5. Adonan biobriket melalui proses pencetakan dan di-*press* dengan tekanan tertentu agar memadat.
6. Biobriket dikeringkan menggunakan oven dengan suhu dan waktu tertentu.

7. Biobriket diuji dengan parameter uji yang telah ditetapkan oleh standar yang berlaku untuk mengetahui kualitas biobriket.

2.3 Karbonisasi

Karbonisasi atau pengarangan merupakan proses pemanasan bersih dengan sedikit asap. Proses karbonisasi ini bertujuan untuk meningkatkan nilai kalor dan akan menghasilkan arang yang terdiri atas karbon yang berwarna hitam (Jamilatun *et al.*, 2015). Berikut reaksi yang terjadi pada saat karbonisasi (Viegas, 2013).



Karbonisasi tidak melibatkan oksigen sehingga tidak teroksidasi. Pemanasan yang dilakukan hanya menghasilkan karbon. Proses karbonisasi terdiri atas empat proses, yaitu (Siahaan *et al.*, 2013):

1. Proses penguapan air yang berlangsung pada suhu 100-105°C.
2. Proses penguraian menjadi larutan piroglinat. Hemiselulosa dan selulosa diuraikan pada suhu 200-240°C agar bisa menjadi larutan yang disebut larutan pirogлина.
3. Proses pemutusan dan degradasi. Proses ini terjadi antara ikatan C-O dan C-C yang terjadi pada 240-400°C.
4. Proses pembentukan lapisan aromatik. Pembentukan berlangsung pada suhu lebih dari 400°C. Penghancuran lignin akan terjadi pada suhu 500°C. Lapisan arang akan terbentuk dan semakin meluas pada suhu lebih dari 600°C. Pemurnian arang terjadi pada suhu 500-1000°C.

Namun, untuk beberapa bahan organik suhu yang tinggi dapat menghasilkan abu. Sehingga perlu ada kesesuaian antara bahan yang akan dilakukan karbonisasi dan suhu karbonisasi.

2.4 Parameter Kimia Biobriket

Biobriket memiliki parameter sebagai acuan kualitas biobriket yang baik. Biobriket di berbagai negara, seperti Jepang, Inggris, Amerika, bahkan Indonesia memiliki standar kualitasnya masing-masing. Indonesia memiliki acuan dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan (P3HH) dan Standar Nasional Indonesia

(SNI). Penelitian ini menggunakan SNI sebagai acuan parameter dan kualitas. SNI yang digunakan adalah SNI 01-6235-2000. Parameter biobriket dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Parameter kualitas biobriket

Parameter Kualitas Biobriket	Acuan Kualitas Biobriket	
	P3HH	SNI 01-6235-2000
Kerapatan (gram/cm ³)	> 0,7	-
Kadar air (%)	< 8	≤ 8
Keteguhan tekan (kg/cm ²)	≤	-
Kadar <i>volatile matter</i> (%)	< 30	≤ 15
Kadar abu (%)	< 8	≤ 8
Karbon terikat (%)	> 60	-
Nilai kalor (kal/gram)	> 6.000	> 5.000

Sumber: (Rindayatno *et al.*, 2022)

2.4.1. Kadar Air

Kadar air biobriket merupakan perbandingan antara konsentrasi air dengan massa biobriket setelah dilakukan proses pengeringan dengan oven. Penelitian Wahyusi *et al.* (2012) menyatakan bahwa ukuran material yang semakin kecil, menyebabkan semakin cepat retakan terjadi di seluruh material untuk karbonisasi yang sempurna. Suhu karbonisasi yang tinggi akan menghasilkan kadar air yang rendah. Suhu yang tinggi ini membuat semakin banyak air yang menguap. Bahan yang memiliki kadar air yang tinggi, menyebabkan proses pembakaran semakin lama karena lebih banyak atau lebih fokus untuk proses penguapan air. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa nilai kadar air terendah yang dihasilkan pada berat arang 125 gram pada suhu karbonisasi 300°C adalah 2,014%. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut ini (Wicaksono & Nurhatika, 2019):

$$\text{Moisture (\%)} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

M1: berat cawan kosong + berat sampel sebelum pemanasan (g)

M2: berat cawan kosong + berat sampel setelah pemanasan (g)

2.4.2. Kadar *Volatile Matter* (Zat Terbang)

Volatile matter atau zat terbang, berpengaruh terhadap pembakaran biobriket. Penelitian yang dilakukan Wahyusi *et al.* (2012) suhu yang meningkat dengan cepat, yaitu suhu 200°C, 225°C, 250°C, 275°C, 300°C selama 90 menit beberapa senyawa *volatile* dihasilkan dalam waktu singkat dan menyebabkan pembesaran pori sehingga pada bagian tertentu biobriket akan tergerus. Menurut Putro *et al.* (2015), hubungan antara suhu dan waktu karbonasi, yaitu semakin tinggi suhu karbonisasi menyebabkan kandungan zat terbang dari arang semakin rendah sedangkan kandungan karbon semakin tinggi. Hasil penelitian ini kandungan zat terbang dipengaruhi oleh campuran bahan pengikat pati dengan residu plastik. Kadar zat terbang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini (Wicaksono & Nurhatika, 2019):

$$vm = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

W1 = berat sampel awal (g)

W2 = berat sampel setelah pemanasan (g)

2.4.3. Kadar Abu

Abu adalah sisa pembakaran dan tanpa unsur karbon, sisa pembakaran ini disebut abu. Abu merupakan zat yang terdiri atas logam atau mineral. Biobriket yang memiliki kadar abu yang rendah maka biobriket tersebut memiliki kualitas yang baik. Penelitian yang dilakukan Nuriana *et al.* (2013) menghasilkan kadar abu 18,18% pada suhu 200-500°C selama 1,5 jam. Hal serupa terjadi pada penelitian Junary *et al.* (2015) hasil kadar abu terbaik diperoleh sebesar 8,6% pada suhu 350°C selama 120 menit. Kadar abu meningkat seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu karbonisasi sehingga penelitian tersebut memiliki kesesuaian. Kadar abu yang tinggi disebabkan karena karbon terbakar dan meninggalkan jejak abu dari hasil pembakaran. Abu yang banyak dapat menyumbat pori-pori pada biobriket sehingga dapat memperkecil luas permukaan biobriket (Scroder, 2006). Kadar abu dapat dihitung dengan persamaan berikut ini (Wicaksono & Nurhatika, 2019):

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

Keterangan:

A: berat abu (g)

B: berat sampel (g)

2.4.4. Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Karbon terikat merupakan pecahan karbon dalam arang ditambah dengan pecahan abu, zat terbang dan air, perhitungan kandungan karbon. Kandungan karbon terikat adalah kandungan yang terdapat pada bahan bakar padat berupa arang (Sinurat, 2011 dalam Widarti *et al.*, 2016). Karbon terikat dalam biobriket dipengaruhi oleh kadar zat terbang dan kadar abu. Kandungan karbon terikat akan sangat tinggi jika zat terbang dan kadar abu biobriket rendah. Kandungan karbon terikat mempengaruhi nilai kalor biobriket. Nilai kalor biobriket akan tinggi jika nilai karbon yang terikat juga tinggi. Semakin tinggi kandungan *fixed carbon* maka semakin rendah kandungan *volatile matter*-nya. Menurut Usman (2007) dalam Ristianingsih *et al.* (2015), semakin tinggi kandungan *volatile matter* maka semakin rendah kandungan karbonnya dan sebaliknya. Demikian pula jika kadar abu tinggi, kadar karbon akan lebih rendah. *Fixed carbon* dapat dihitung dengan persamaan berikut ini (Wicaksono & Nurhatika, 2019):

$$FC (\%) = 100\% - (M + A + V) \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

M : *moisture* (kadar air)

A : *ash* (kadar abu)

V : *volatile* (kadar zat yang hilang)

2.4.5. Nilai Kalor

Nilai kalor harus diketahui selama produksi biobriket karena menentukan kualitas biobriket sebagai bahan bakar. Nilai kalor berfungsi untuk menentukan nilai panas pembakaran. Nilai kalor yang tinggi, menandakan biobriket memiliki kualitas yang baik. Menurut Sudiro & Suroto *et al.* (2014) nilai kalor merupakan parameter kualitas yang paling penting, sehingga nilai kalor sangat menentukan kualitas biobriket. Berdasarkan penelitian Sunardi *et al.* (2019) biobriket dari limbah pertanian dengan variasi ukuran partikel 40,50, dan 60 mesh memiliki nilai

kalor 5.000-5.6000 kal/gram. Nilai kalor dapat dihitung dengan persamaan berikut ini (SNI 01-6235-2000):

$$H_g = \frac{TW - l_1 - l_2 - l_3}{M} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

- H_g : kalori per gram
- T : kenaikan suhu termometer
- W : 2426 kalori/°C
- l₁ : titrasi natrium karbonat (ml)
- l₂ : 13,7 x 1,02 x berat sampel
- l₃ : 2,3 x panjang *duse wire* yang terbakar
- M : berat sampel (gram)

2.4.6. Lama Nyala Api

Laju pembakaran dipengaruhi oleh struktur material, kandungan karbon terikat dan densitas material. Jika biobriket memiliki kandungan senyawa zat yang mudah menguap yang tinggi, maka biobriket akan menyala dengan laju pembakaran yang tinggi (Jamilatun, 2008 dalam Ristianingsih *et al.*, 2015). Pengapian biobriket yang cepat disebabkan oleh kadar air biobriket yang rendah. Sedangkan waktu penyalaan awal bungkil tempurung kelapa kemungkinan karena memiliki bentuk paling padat, padat dan keras, densitas paling tinggi, dan kadar air yang relatif besar.

2.5 Parameter Fisik Biobriket

Parameter fisik biobriket merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui kualitas biobriket menurut karakteristik fisik. Parameter fisik pada menekankan pada kekuatan biobriket. Kekuatan biobriket sangat berpengaruh terhadap kualitasnya.

2.5.1. Densitas

Densitas atau kerapatan massa adalah rasio perbandingan antara berat dengan volume biobriket. Densitas dipengaruhi oleh kehomogenan pencampuran

biobriket. Densitas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini (Putri & Andasuryani, 2017).

$$\rho = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

- ρ : kerapatan (g/cm³)
- M : massa (g)
- V : $\pi \times r^2 \times t =$ volume silinder (cm³)

2.5.2. Daya Tahan

Daya tahan biobriket dilihat dengan meakukan uji jatuh (*drop test*). Pengujian ini menggunakan metode uji yang mengacu pada ASTM D 440. Metode uji ini dilakukan dengan menjatuhkan biobriket setinggi 1,83 meter sebanyak dua kali. Uji daya tahan bermanfaat dalam hal penyimpanan, transportasi, dan pengoperasian. Uji daya tahan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini (Saeed *et al.*, 2021):

$$\text{Daya Tahan} = \frac{\text{massa biobriket sebelum uji}}{\text{massa biobriket setelah uji}} \dots\dots\dots (2.7)$$

2.5.3. Kuat Tekan

Kuat tekan biobriket diuji menggunakan mesin uji kuat tekan atau *Universal Testing Machine* (UTM). Uji ini dilakukan untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditahan oleh biobriket sebelum biobriket retak atau pecah. Kuat tekan diuji dengan arah aksial. Kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

- P : kuat tekan biobriket (kg/cm²)
- F : beban pembriketan (kg)
- A : luas penampang (cm²)

2.5.4. Morfologi Permukaan

Morfologi permukaan biobriket diamati menggunakan mikroskop elektron yaitu dengan metode SEM (*Scanning Electron Microscope*). Metode uji ini dapat memindai permukaan biobriket dengan sinar elektron dan dapat hasilnya dapat

diamati dalam bentuk gambar sampel. Metode uji SEM ini dapat dilakukan dengan melakukan perbesaran hingga skala tertentu untuk melihat morfologi permukaan biobriket secara lebih jelas (Saeed *et al.*, 2021).

2.6 Limbah Kulit Kacang Tanah

Limbah merupakan zat sisa yang dihasilkan oleh suatu rumah tangga, industri (pabrik), meskipun tidak semua industri menghasilkan limbah. Limbah yang mengandung senyawa kimia tertentu yang merupakan bahan berbahaya dan beracun dalam konsentrasi tertentu dilepaskan ke lingkungan, dapat mengakibatkan pencemaran. Pencemaran yang terjadi dapat berpengaruh terhadap lingkungan, yang meliputi sungai, tanah, dan udara (Indriani & Singkawijaya, 2019). Kacang tanah terdiri atas 20-30% kulit kacang. Kacang tanah menjadi pasokan pangan hingga 1,25 ton per unit industri pangan per hari. Sebagian besar limbah kulit kacang dihasilkan dari jumlah ini. Oleh karena itu, penggunaan kulit kacang tanah sebagai biobriket bermanfaat bagi petani dan konsumen kacang tanah, baik di industri dalam negeri maupun di perusahaan besar. Kulit kacang tanah dapat berpotensi untuk menjadi bahan bakar. Biobriket kulit kacang tanah dapat menggantikan bahan bakar lain (Nurma *et al.*, 2012). Komposisi kimia kulit kacang tanah mengandung 90,5%; protein kasar 8,4%; lemak kasar 1,8 %; serat kasar 63,5 %; abu 3,6 %; ADF (*Acid Detergent Fiber*) 68,3 %; NDF (*Neutral Detergent Fiber*) 77,2%; lignin 29,9%; Selulosa 65% (Sani, 2009 dalam Febriani *et al.*, 2022).

2.7 Bahan Perekat Biobriket

Bahan pengikat memiliki peran penting dalam pembuatan biobriket. Bahan pengikat digunakan sebagai pengikat antara butiran partikel biobriket satu dengan yang lainnya. Bahan pengikat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu (Putra dalam Iriyani *et al.*, 2016):

1. Perekat organik. Perekat ini murah dan menghasilkan abu yang relatif sedikit. Contoh bahan pengikat organik adalah tapioka dan tar.
2. Bahan pengikat anorganik. Perekat ini adalah bahan pengikat yang dapat menjaga kekuatan selama proses pemanasan, sehingga menjadi tahan lama.

Selain itu, perekat ini memiliki daya rekat yang kuat dibandingkan dengan perekat organik, namun lebih mahal dan menghasilkan abu lebih banyak dibandingkan perekat organik. Perekat ini biasanya diproduksi dan tersedia secara komersial.

2.7.1. Perekat Pati

Pati merupakan polisakarida yang unit komponennya adalah D-glukosa. Perekat ini dapat larut dalam air panas. Hal ini disebabkan pati memiliki kandungan utama amilosa dan amilopektin (Koto, 2019). Kadar amilosa yang tinggi dapat membuat produk memiliki konsistensi yang tinggi atau padat. Kadar amilosa yang tinggi menyebabkan penyerapan air dan elastisitas semakin menurun sehingga kekerasan semakin meningkat. Pemberian komposisi perekat yang tepat akan menghasilkan tekstur biobriket yang baik.

2.7.2. Perekat Likuida Kulit Buah Kakao

Kulit buah kakao mengandung lignin selulosa yang dapat digunakan sebagai bahan perekat lignin dan perekat likuida melalui proses likuifikasi (Sucipto, 2009b) dalam (Medynda *et al.*, 2012). Perekat likuida kulit buah kakao dapat dibuat dengan dua bagian kulit buah kakao, yaitu kulit buah bagian dalam luar. Menurut (Medynda *et al.*, 2012) perekat likuida kulit buah kakao bagian dalam lebih baik daripada perekat likuida bagian luar karena memiliki bentuk cair, berwarna coklat kemerahan, bebas kotoran. Kekentalan, pH, berat jenis, kadar padatan, waktu gelatinasi, kadar abu, dan derajat kristalinitas yang mendukung untuk dijadikan perekat.

2.8 Penelitian yang Relevan

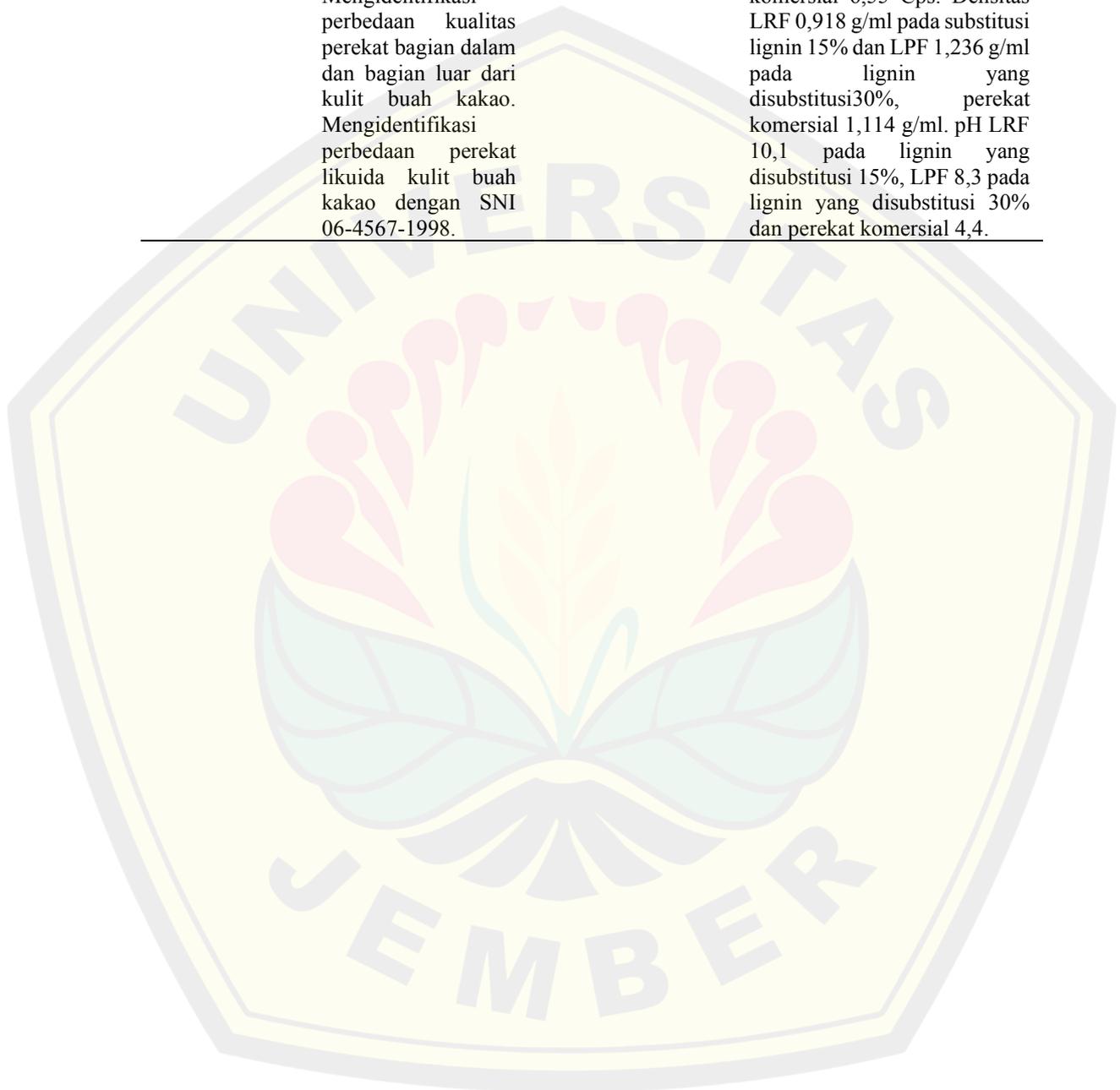
Penelitian ini dilakukan berdasarkan relevansi dengan penelitian terdahulu. Relevansi ini bertujuan untuk memperkuat argumen penulis dalam menyusun hasil penelitian. Berdasarkan beberapa penelitian, penulis menelaah beberapa penelitian lain yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Penelitian yang relevan

Penulis/Peneliti	Tujuan	Metode	Hasil
Alfajriandi <i>et al.</i> (2017)	Mengetahui ukuran partikel terbaik untuk membuat briket arang daun pisang.	Menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan parameter kadar air, kadar abu, kerapatan, nilai kalor, dan daya bakar.	Ukuran partikel biobriket terbaik antara 60-80 <i>mesh</i> . Kadar air yang dihasilkan (6,80%), kadar abu (29,86%), kerapatan (0,38 g/cm ³), nilai kalor (4.646 kal/g), dan daya bakar (0,0016 g/detik).
Priyanto <i>et al.</i> (2018)	Mengetahui pengaruh ukuran partikel terhadap kerapatan, kadar air, dan laju pembakaran briket kayu sengon.	Menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan parameter kerapatan, kadar air, dan laju pembakaran	Rata-rata kerapatan tertinggi sebesar 0,598 g/cm ³ pada partikel 100 <i>mesh</i> , rata-rata kadar air terendah sebesar 12,879% pada briket partikel 40 <i>mesh</i> , dan rata-rata laju pembakaran terendah sebesar 0,441 g/menit pada partikel 100 <i>mesh</i> .
Sudiro & Suroto (2014)	Membuat briket campuran jerami padi dan batubara	Menggunakan metode eksperimen di laboratorium dan simulasi komputer. Parameter uji peneliti ini adalah kadar air, kadar abu, <i>volatile matter</i> , kadar karbon terikat, densitas, nilai kalor, dan laju pembakaran.	Pengarangan batubara dan jerami padi diperoleh 68,54% dan 24,61%; nilai kalor sebesar 6.150,74 kal/g dan 4.751,184 kal/g. Titik optimum komposisi campuran 50% batubara dan 50% jerami dengan 35 <i>mesh</i> . Kadar air sebesar 5,176%, kadar abu sebesar 26,231%, kadar <i>volatile matter</i> sebesar 0,743 g/cm ³ , dan laju pembakaran sebesar 4,14 g/menit pada menit ke-8. Hasil simulasi komputer pada waktu pembakaran maka komposisi 50% batubara dan 50% jerami padi pada 35 <i>mesh</i> sebesar 743K atau 469°C.
Suryaningsih <i>et al.</i> (2019)	Mengetahui pengaruh ukuran partikel terhadap sifat mekanik dan laju pembakaran pada briket campuran dari bahan sekam dan kulit kopi.	Menggunakan metode eksperimen di laboratorium, meliputi karbonisasi bahan, penghalusan, dan penyaringan dengan variasi ukuran partikel 40, 60, dan 10 <i>mesh</i> dengan parameter sifat mekanik dan laju pembakaran.	Hasil uji kualitas mekanik ukuran partikel memengaruhi densitas, durabilitas, dan kuat tekan briket. Partikel 100 <i>mesh</i> memiliki densitas terbaik pada tekanan pembebanan 75kg sebesar 598 g/cm ³ , nilai durabilitas terbaik 98%, dan nilai kuat tekan terbaik 1.937 kg/cm ³ dengan ukuran partikel 40 <i>mesh</i> . Pengaruh ukuran partikel terhadap laju dan lama pembakaran menunjukkan semakin besar ukuran partikel maka laju pembakaran menurun (membutuhkan

Penulis/Peneliti	Tujuan	Metode	Hasil
			waktu lama dalam pembakaran). Hasil terbaik pada laju dan lama pembakaran pada variasi partikel 40 <i>mesh</i> dengan laju 0,867 g/menit selama 60 menit.
Sunardi <i>et al.</i> (2019)	Mengetahui karakteristik briket bioarang dari tongkol jagung dengan tekanan (22,426 kg/cm ² dan 44,80 kg/cm ²) dan variasi ukuran partikel (40, 50, dan 60) <i>mesh</i> . Analisis yang dilakukan, meliputi densitas, kadar air, kadar abu, zat terbang, karbon tetap, nilai kalor, waktu penyalaan dan laju nyala api.	Menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan parameter densitas, kadar air, kadar abu, zat terbang, karbon tetap, nilai kalor, waktu penyalaan dan laju nyala api.	Densitas terendah ada pada 40 <i>mesh</i> pada tekanan 22,42 kg/cm ³ yaitu 0,64 dan tertinggi ada pada 60 <i>mesh</i> dengan tekanan 44,8 kg/cm ³ yaitu 0,71. Kadar air terendah pada 40 <i>mesh</i> pada tekanan 44,8 kg/cm ³ yaitu 6,18% dan tertinggi ada pada 60 <i>mesh</i> dengan tekanan 22,42 kg/cm ³ yaitu 8,95%. Kadar abu terendah pada 40 <i>mesh</i> pada tekanan 44,8 kg/cm ³ yaitu 16,11% dan tertinggi ada pada 60 <i>mesh</i> dengan tekanan 22,42 kg/cm ³ yaitu 17,39%. Zat terbang terendah pada 40 <i>mesh</i> pada tekanan 22,42 kg/cm ³ yaitu 21,28% dan tertinggi ada pada 60 <i>mesh</i> dengan tekanan 44,8 kg/cm ³ yaitu 21,35%. Karbon terikat terendah pada 60 <i>mesh</i> pada tekanan 22,42 kg/cm ³ yaitu 30,42% dan tertinggi ada pada 40 <i>mesh</i> dengan tekanan 44,8 kg/cm ³ yaitu 33,25%. Nilai kalor terendah pada 60 <i>mesh</i> pada tekanan 22,42 kg/cm ³ yaitu 5091,72 kal/gram dan tertinggi ada pada 40 <i>mesh</i> dengan tekanan 44,8 kg/cm ³ yaitu 5,691,15 kal/gram. Waktu penyalaan tercepat pada 60 <i>mesh</i> pada tekanan 22,42 kg/cm ³ yaitu 6 menit dan terlama pada 40 <i>mesh</i> dengan tekanan 22,42 kg/cm ³ yaitu 7,85 menit. Laju nyala api tercepat pada 40 <i>mesh</i> pada tekanan 22,42 kg/cm ³ yaitu 0,1 gram/menit dan terlama pada 60 <i>mesh</i> dengan tekanan 448 kg/cm ³ yaitu 0,13 gram/menit.
Medynda <i>et al.</i> (2012)	Menetapkan kualitas perekat, yaitu sifat kenampakan dan	Menggunakan metode ekstraksi dan likuidifikasi.	Perekat likuida buah kakao memiliki karakteristik, yaitu pH 10, kekentalan 31,2 Cps, kadar padatan 44,66%, dan

Penulis/Peneliti	Tujuan	Metode	Hasil
	derajat keasaman, viskositas, berat jenis, kadar padatan, waktu gelatinasi, formaldehida bebas, dan derajat kristalinitas. Mengidentifikasi perbedaan kualitas perekat bagian dalam dan bagian luar dari kulit buah kakao. Mengidentifikasi perbedaan perekat likuida kulit buah kakao dengan SNI 06-4567-1998.		kadar abu sebesar 13,8%. Viskositas untuk LRF yang mendekati komersial 6,45 Cps pada lignin yang disubstitusi 15%, LPF 5,60 Cps pada lignin yang disubstitusi 30%. Dan perekat komersial 6,55 Cps. Densitas LRF 0,918 g/ml pada substitusi lignin 15% dan LPF 1,236 g/ml pada lignin yang disubstitusi 30%, perekat komersial 1,114 g/ml. pH LRF 10,1 pada lignin yang disubstitusi 15%, LPF 8,3 pada lignin yang disubstitusi 30% dan perekat komersial 4,4.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen pengujian parameter kimia dan fisik untuk mendapatkan data nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan kuat tekan biobriket. Limbah kulit kacang tanah dan perekat likuida limbah kulit kakao digunakan sebagai campuran biobriket. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas biobriket berdasarkan parameter uji yang telah ditentukan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama kurang lebih 6 bulan. Waktu penelitian dimulai dari pengajuan judul melalui proposal penelitian hingga sidang akhir penelitian. Penelitian dan pengujian biobriket yang telah jadi akan dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1. Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan biobriket, yaitu:

1. *Furnace*
2. Oven
3. Alat *press* dan cetakan biobriket
4. *Sieve*/ayakan
5. Timbangan analitik
6. Aluminium foil
7. *Stopwatch*
8. Mesin penggiling

Alat yang digunakan dalam pembuatan perekat likuida kulit buah kakao, yaitu:

- | | | |
|--------------------------------------|-----------------|------------------------|
| 1. Mesin penggiling | 7. Timbangan | 13. <i>Thermometer</i> |
| 2. <i>Blender</i> | 8. Penangas air | 14. Kertas saring |
| 3. Pisau | 9. Pengaduk | 15. Tisu |
| 4. Saringan serbuk (30 <i>mesh</i>) | 10. Pipet | 16. Botol kaca |
| 5. Oven | 11. pH-meter | 17. Alat tulis |
| 6. Kertas pH | 12. Gelas ukur | |

3.3.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan biobriket, yaitu:

1. Limbah kulit kacang tanah
2. Perekat likuida limbah kulit kakao

Bahan yang digunakan dalam pembuatan perekat likuida kulit buah kakao, yaitu:

1. Kulit buah kakao
2. Fenol kristal
3. Larutan H₂SO₄ 98%
4. Formalin
5. NaOH 50%
6. Akuades

3.4 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga variabel penelitian, yaitu variabel terikat, variabel kontrol, dan variabel bebas. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas, dalam hal ini variabel bebas dilakukan variasi partikel. Variabel kontrol dalam penelitian ini bersifat konstan.

3.4.1. Variabel terikat

1. Nilai kalor
2. Nilai kadar air
3. Nilai kadar abu
4. Hasil uji kadar abu

3.4.2. Variabel kontrol

1. Tekanan yang digunakan pada saat pemadatan biobriket sebesar 750 Psi (Luksi & Cahyo, 2015 dalam Dalimuthe *et al.*, 2023)
2. Waktu penahanan tekanan 60 detik (Ni'mah, 2020)
3. Cetakan berbentuk silinder
4. Ayakan 30 *mesh* untuk perekat (Medynda *et al.*, 2012)
5. Waktu karbonisasi 60 menit (Febriyanti *et al.*, 2020)
6. Suhu karbonisasi 450°C (Febriyanti *et al.*, 2020)
7. Waktu pengeringan biobriket selama 2×60 menit (Setiowati & Tirono, 2014)
8. Suhu pengeringan biobriket 60°C (Setiowati & Tirono, 2014)

3.4.2. Variabel bebas

1. Variasi ukuran partikel, yaitu menggunakan ayakan 40, 50, dan 60 *mesh* (Sunardi *et al.*, 2019).

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1. Persiapan Bahan Baku

Proses persiapan bahan baku bertujuan untuk mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian agar mudah digunakan pada tahap selanjutnya dan memiliki bentuk yang sesuai. Bahan baku dibuat dengan cara menjemur kulit kacang tanah bawah sinar matahari selama kurang lebih 4 hari sebelum digunakan.

3.5.2. Proses Karbonisasi

1. Siapkan peralatan yang akan digunakan, seperti *furnace* dan peralatan lainnya. *Furnace* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 *Furnace*

2. Siapkan aluminium foil dan masukkan kulit kacang tanah.
 3. Masukkan kulit kacang tanah yang dibungkus dengan aluminium foil ke dalam *furnace* yang diatur pada suhu karbonasi 450°C selama 60 menit.
 4. Setelah kulit kacang tanah menjadi arang, haluskan arang dengan cara digiling menggunakan mesin penggiling, lalu diayak dengan ayakan yang telah ditentukan, yaitu ayakan 40, 50, dan 60 *mesh*.
- #### 3.5.3. Proses Pembuatan Perak
- a. Pembuatan serbuk kulit buah kakao (Medynda *et al.*, 2012):
 1. Kulit buah kakao dicacah hingga berukuran kecil-kecil menggunakan pisau.
 2. Kulit buah kakao yang berukuran kecil dijemur dan dioven hingga kadar air kurang lebih 15%.

3. Kulit tersebut kemudian digiling menggunakan alat penggiling dan *blender* kemudian diayak dengan ayakan 30 *mesh*.
4. Serbuk kulit buah kakao disimpan di tempat yang sejuk dan kering.
5. Serbuk kakao tersebut diberi perlakuan dengan direndam air panas di atas penagas air pada suhu 80~90°C selama 3 jam untuk menurunkan kandungan ekstranya. Serbuk kulit buah kakao:air memiliki perbandingan 1:15.
6. Setelah dilakukan ekstraksi, serbuk tersebut dikeringkan dalam oven sampai kadar air sekitar 5% dan disimpan dalam botol kaca.

b. Pembuatan perekat likuida

Pembuatan perekat likuida kulit buah kakao mengacu pada Sucipto (2009b) dalam (Medynda *et al.*, 2012):

1. Menyiapkan 4 gram bubuk kulit buah kakao yang telah diayak dan kadar air sekitar 5% dimasukkan ke botol kaca.
2. Menambahkan 1 mL larutan H₂SO₄ 98% (5% berat fenol kristal) kemudian diaduk sampai homogen selama 30 menit. Setelah itu, botol tersebut ditutup rapat dan didiamkan selama 24 jam.
3. Fenol kristal dipanaskan menggunakan penagas air pada suhu 60°C hingga berubah menjadi larutan. Fenol Kristal yang telah menjadi larutan sebanyak 20 mL ditempatkan ke dalam sebuah wadah yang sudah berisi bubuk kulit buah kakao dan larutan H₂SO₄ 98%. Kemudian diaduk hingga homogen.
4. Larutan yang telah homogen ditambahkan NaOH 50% kemudian diaduk sampai mencapai pH 11.
5. Larutan yang telah memiliki pH 11 ditambahkan formalin 37% perbandingan molar fenol:formalin adalah 1:1,2. Larutan diaduk hingga homogen (Sucipto, 2009a) dalam (Medynda *et al.*, 2012).
6. Larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring yang telah dibasahi menggunakan air.

7. Larutan yang telah disaring, dipanaskan menggunakan penangas air pada suhu 90°C selama 1 jam sambil diaduk hingga homogen. Kemudian perekat yang telah jadi disimpan dalam botol kaca.

3.5.4. Proses Pembuatan Biobriket

1. Arang kulit kacang tanah dan perekat ditimbang sesuai dengan komposisi dengan total massa ± 20 gram (15 gram arang + 5 gram perekat) (Ni'mah, 2020).
2. Setelah campuran arang dan perekat tercampur rata, tuang perlahan ke dalam cetakan briket dan tekan dengan dongkrak hingga tekanan menunjukkan 750 Psi.
3. Biobriket yang telah dibentuk kemudian diletakkan di atas loyang dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C dengan waktu 2×60 menit.
4. Biobriket kemudian disimpan di tempat kedap udara untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

3.6 Metode Uji Parameter Biobriket

Berdasarkan SNI 01-6235-2000 tentang Briket Arang Kayu, terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menguji parameter biobriket. Pengujian parameter yang dilakukan adalah nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan kuat tekan. Prosedur pengujian tersebut sebagai berikut.

3.6.1. Metode Pengujian Nilai Kalor

1. Sampel ditimbang dan dihaluskan kurang lebih 1 gram dan dilakukan penekanan dengan bentuk pelet kemudian ditimbang sebagai massa awal.
2. Menyiapkan 10 cm *fuse wire* kemudian dihubungkan pada setiap elektroda lalu disambungkan pada pelet.
3. Mengisi gas oksigen dengan maksimum 30 atm dilakukan secara perlahan.
4. Menutup kontrol aliran gas dan menunggu beberapa saat.
5. Membuang sisa oksigen dalam selang hingga regulator menunjukkan angka nol.

6. Mengisi *bucket* dengan air kurang lebih 1,5 liter.
7. Meletakkan *bucket* dalam *calorimeter*, masukkan *bomb* ke dalam *bucket* hingga tepat lalu menghubungkan terminal kabel pada *bomb*.
8. Menutup *calorimeter* dan menghubungkan alat pengaduk lalu menunggu 5 menit hingga suhu air suling tidak berubah.
9. Mencatat kenaikan suhu pada termometer dan menekan *ignition* unit hingga lampu indikator mati, lanjut menekan kurang lebih 5 menit.
10. Mencatat kenaikan suhu dan suhu akhir pada termometer.
11. Membuang sisa gas oksigen dan *calorimeter* dan memindahkan air dari *bucket* ke erlenmeyer.
12. Menentukan sisa *fuse wire* yang tidak terbakar dan mentitrasi air dengan larutan Na_2CO_3 menggunakan indikator merah metil.
13. Menghitung nilai kalor dengan persamaan 2.5.

3.6.2. Metode Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air biobriket dilakukan dengan cara diuapkan pada suhu 104-110°C. Langkah pengujiannya dilakukan sebagai berikut:

1. Menimbang cawan dan mencatat massanya.
2. Seberat 1 gram sampel ditimbang kemudian diletakkan ke cawan selanjutnya memasukkan ke dalam oven dengan suhu 104-110°C.
3. Sampel yang telah berada di dalam oven ditunggu selama 1 jam.
4. Menimbang sampel setelah didinginkan dan mengukur kadar air berdasarkan persamaan 2.1.

3.6.3. Metode Pengujian Kadar Abu

Pengujian kadar abu dilakukan dari hasil pembakaran sampel pada suhu tinggi. Kemudian abu ditimbang sehingga massanya diketahui. Pengujian kadar abu dilakukan pada langkah berikut:

1. Cawan tanpa tutup ditimbang untuk diketahui massanya.
2. Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan lalu dimasukkan ke dalam *furnace* selama 3×60 menit dengan suhu 600°C.
3. Mendinginkan abu di dalam desikator kemudian ditimbang untuk mengetahui massanya.

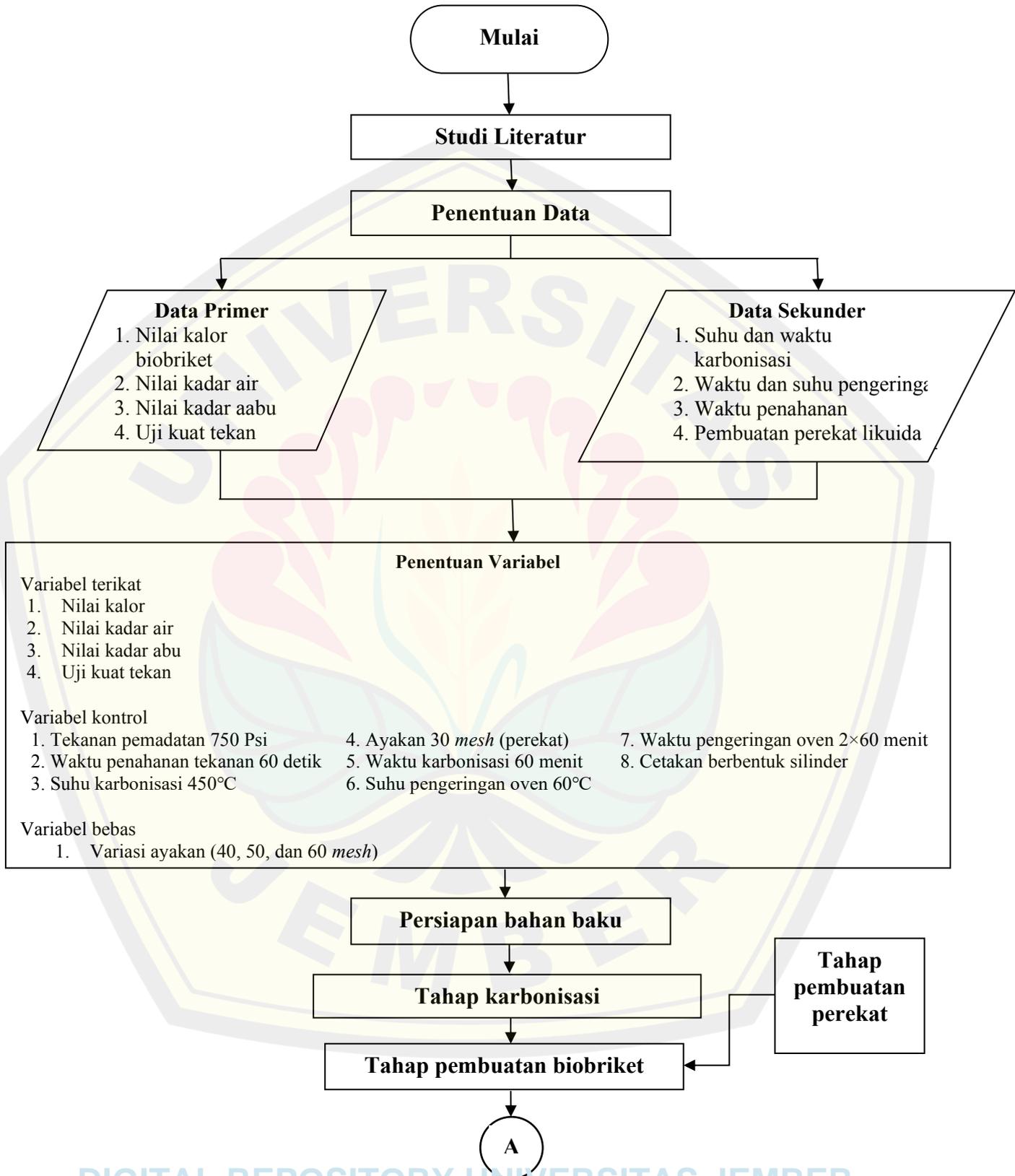
4. Menimbang hasil kadar abu dengan persamaan 2.3.

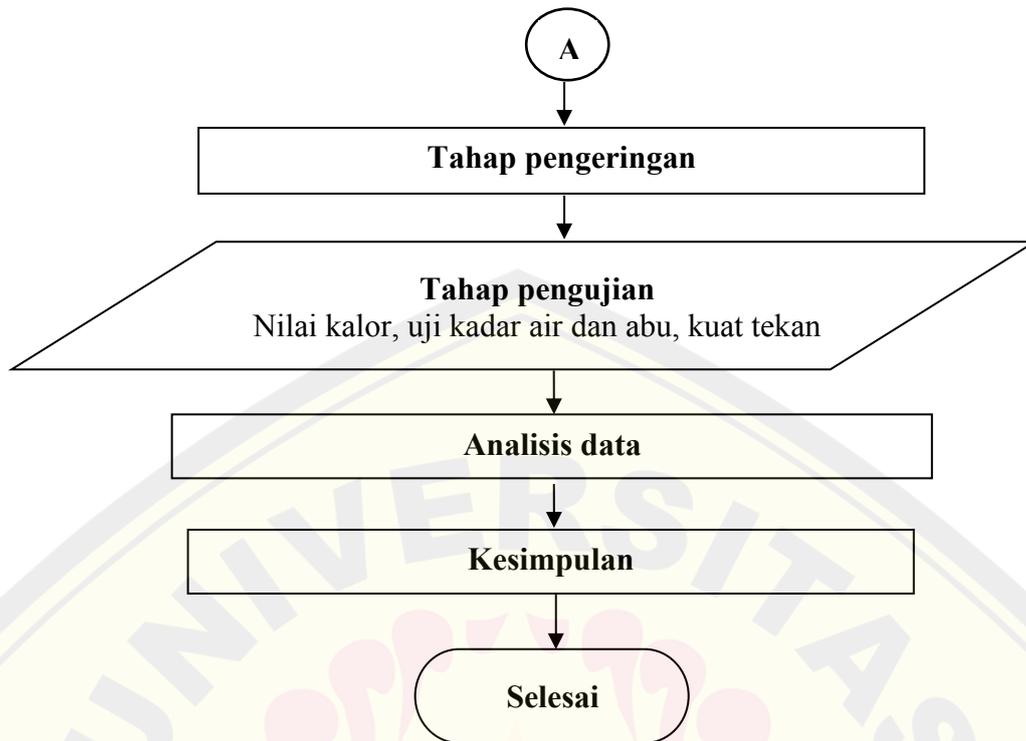
3.6.4. Metode Pengujian Kuat Tekan

Uji kuat tekan yang dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Uji yang dilakukan adalah uji kuat tekan dengan arah aksial. Langkah uji kuat tekan sebagai berikut:

1. Pengujian kuat tekan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM).
2. Pembebanan diatur dengan massa 5 ton dan mengatur kenaikan setiap strip dengan skala ukur 5 kg.
3. Beban kemudian secara vertikal diturunkan dengan kecepatan yang diatur oleh operator melalui kontroler hingga biobriket pecah karena beban yang ditanggung.
4. Nilai gaya tekan yang tertera pada mesin pada skala ukur dicatat.
5. Penekan kemudian dikembalikan ke posisi awal setelah itu membersihkan alas uji untuk melakukan uji sampel berikutnya.
6. Kekuatan tekan biobriket dihitung menggunakan persamaan 2.8.

3.7 Kerangka Pemecahan Masalah





Gambar 3. 2 Diagram Alir Pembuatan Biobriket Kulit Kacang Tanah

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Biobriket

Biobriket kulit kacang tanah merupakan bahan bakar terbarukan yang dibuat dari limbah kulit kacang tanah sebagai bahan baku utama. Biobriket dilakukan variasi berdasarkan partikel sehingga hasil sampel biobriket memiliki beberapa macam varian, yaitu partikel dengan ayakan 40, 50, dan 60 *mesh*. Biobriket dengan tiga variasi ukuran partikel tersebut dilakukan pengujian secara triplo. Pengujian triplo dilakukan adalah uji yang dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk masing-masing biobriket. Biobriket kulit kacang tanah dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Biobriket Kulit Kacang Tanah

Biobriket memiliki kode yang sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Kode terdiri atas huruf dan angka. Huruf menyatakan kode variabel bebas dan angka menunjukkan nomor pengulangan uji. Kode biobriket dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Kode biobriket

Kode	Keterangan
A (1)	Biobriket dengan ayakan 40 <i>mesh</i> , pengulangan ke-1
A (2)	Biobriket dengan ayakan 40 <i>mesh</i> , pengulangan ke-2
A (3)	Biobriket dengan ayakan 40 <i>mesh</i> , pengulangan ke-3
B (1)	Biobriket dengan ayakan 50 <i>mesh</i> , pengulangan ke-1

Kode	Keterangan
B (2)	Biobriket dengan ayakan 50 <i>mesh</i> , pengulangan ke-2
B (3)	Biobriket dengan ayakan 50 <i>mesh</i> , pengulangan ke-3
C (1)	Biobriket dengan ayakan 60 <i>mesh</i> , pengulangan ke-1
C (2)	Biobriket dengan ayakan 60 <i>mesh</i> , pengulangan ke-2
C (3)	Biobriket dengan ayakan 60 <i>mesh</i> , pengulangan ke-3

4.2 Nilai Kalor

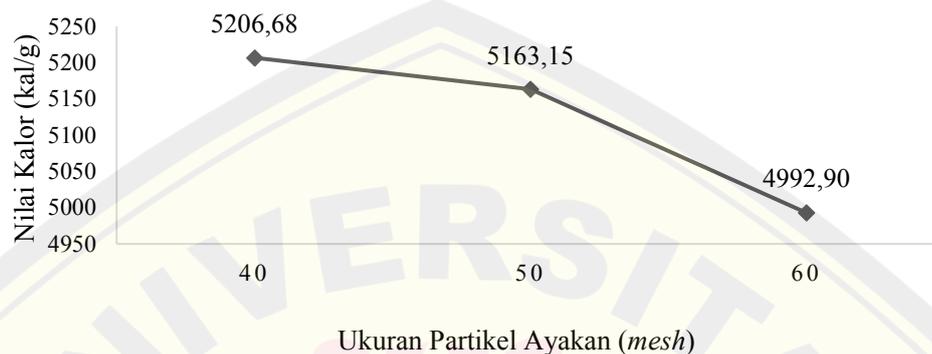
Nilai kalor merupakan parameter yang dapat menjadi salah satu penentu kualitas biobriket. Hasil pengujian parameter nilai kalor pada biobriket kacang tanah dengan variasi ukuran partikel berkisar antara 4968,05-5287,14 kal/gram. Hasil pengujian nilai kalor pada sampel biobriket ditunjukkan pada Tabel 4.2. Nilai kalor tertinggi sebesar 5287,14 kal/gram yang menggunakan partikel 50 *mesh*. Sedangkan, nilai kalor terendah adalah 4968,05 kal/gram yang juga menggunakan partikel 50 *mesh*. Namun, dilihat dari hasil pengujian parameter nilai kalor pada ukuran partikel 50 dan 60 *mesh* sama-sama memiliki hasil >4900 kal/gram. Perbedaan dari kedua ukuran partikel tersebut terdapat pada partikel 60 *mesh* yang memiliki hasil >4900 kal/gram sebanyak dua dalam tiga kali pengulangan, sedangkan partikel 50 *mesh* hanya memiliki hasil sebanyak satu dalam tiga kali pengulangan.

Tabel 4. 2 Nilai kalor biobriket kulit kacang tanah

Kode Sampel	Ukuran Partikel (<i>mesh</i>)	Nilai Kalor (kal/gram)
A (1)		5258,51
A (2)	40	5182,27
A (3)		5179,25
B (1)		5234,26
B (2)	50	5287,14
B (3)		4968,05
C (1)		4997,31
C (2)	60	5003,59
C (3)		4977,79

Variasi ukuran partikel dilakukan perhitungan dirata-rata dari ketiga kali pengulangan pengujian untuk mengetahui pengaruh antara variasi ukuran partikel

dengan nilai kalor. Ukuran partikel 40 *mesh* memiliki rata-rata nilai kalor sebesar 5206,68 kal/gram. Ukuran partikel 50 *mesh* memiliki rata-rata nilai kalor sebesar 5163,15 kal/gram. Ukuran partikel 60 *mesh* memiliki rata-rata nilai kalor sebesar 4992,90 kal/gram.



Gambar 4. 2 Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Nilai Kalor

Grafik pengaruh variasi ukuran partikel terhadap nilai kalor biobriket kacang tanah dapat dilihat pada Gambar 4.2. Berdasarkan Gambar 4.2 ukuran partikel yang semakin kecil dapat menurunkan nilai kalor pada biobriket. Hal ini disebabkan ukuran partikel yang semakin kecil menandakan partikel tersebut semakin halus sehingga biobriket lebih sulit untuk dibakar. Menurut Sudiro & Suroto (2014) ukuran partikel yang semakin kecil akan menyebabkan biobriket sulit terbakar. Hal ini disebabkan oksigen sulit masuk karena partikel terlalu halus sehingga pembakaran biobriket membutuhkan waktu yang lebih lama. Oleh karena itu, kualitas nilai kalor biobriket semakin menurun seiring dengan penurunan ukuran partikel. Menurut Alfajriandi *et al.* (2017) perbedaan ukuran partikel biobriket berpengaruh pada kualitas biobriket karena semakin kecil ukuran partikel, semakin menurun pula nilai kalor biobriket. Sunardi *et al.* (2019) juga menyatakan bahwa semakin besar partikel biobriket akan menurunkan nilai kalor karena kandungan air di dalamnya sehingga biobriket sulit terbakar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ketiga variasi ukuran partikel tersebut, yaitu ukuran partikel 40 dan 50 *mesh* memenuhi standar mutu nilai kalor yang ditetapkan dalam SNI 01-6235-2000, yaitu sebesar ≥ 5000 kal/gram. Sedangkan, ukuran partikel 60

mesh memiliki nilai kalor ≤ 5000 kal/gram karena berada di bawah standar yang ditetapkan dalam SNI 01-6235-2000. Menurut Rumape *et al.* (2019) kualitas biobriket arang yang tinggi dihasilkan dari nilai kalor yang tinggi pula.

4.3 Kadar Air

Pembuatan biobriket kacang tanah melalui proses karbonisasi. Karbonisasi dilakukan pada kulit kacang tanah sebagai bahan baku. Proses ini dapat menurunkan kadar air pada bahan baku sehingga memengaruhi kadar air pada biobriket. Kadar air yang menurun menyebabkan biobriket mengalami penurunan massa. Menurut Triono & Sabit (2012) karbonisasi dilakukan untuk menghilangkan kandungan air. Setelah mengalami beberapa proses selanjutnya, biobriket dikeringkan menggunakan oven yang juga menyebabkan penurunan massa biobriket karena kadar air yang ada pada biobriket juga mengalami penurunan lagi. Menurut Triyanto *et al.* (2016) proses pengeringan (menggunakan oven) menyebabkan temperatur biobriket mengalami kenaikan sehingga kadar air yang berada di dalam biobriket akan menguap melalui pori-pori.

Tabel 4. 3 Data penurunan massa biobriket kacang tanah saat dikeringkan

Kode Sampel	Ukuran Partikel (<i>mesh</i>)	Massa (g)		Selisih (g)	Persentase Penurunan (%)
		Sebelum Pengovenan	Sesudah Pengovenan		
A (1)	40	20,8	19,7	1,1	5,29
A (2)		20,7	19,6	1,1	5,31
A (3)		20,4	19,3	1,1	5,39
B (1)	50	19,3	18,4	0,9	4,66
B (2)		19,7	18,6	1,1	5,58
B (3)		21	20	1,0	4,76
C (1)	60	20,8	19,6	1,2	5,77
C (2)		19,8	18,7	1,1	5,56
C (3)		19,8	18,7	1,1	5,56
Rata-Rata Penurunan Massa					5,32

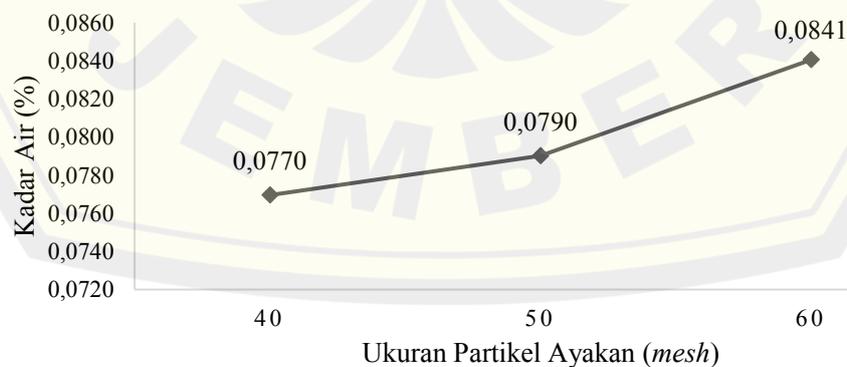
Tabel 4.3 menunjukkan bahwa rata-rata penurunan massa biobriket sekitar 1 gram atau jika dirata-rata memperoleh hasil 5,32%. Penurunan massa ini dapat dilihat dari massa sebelum dan sesudah dipanaskan di dalam oven. Hal ini disebabkan karena terjadi penguapan kandungan air selama pengeringan biobriket.

Pernyataan tersebut juga sesuai dengan teori Setiawan *et al.* (2022) pengeringan yang dilakukan pada biobriket dapat menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air yang dihasilkan.

Tabel 4. 4 Kadar air biobriket kulit kacang tanah

Kode Sampel	Ukuran Partikel (<i>mesh</i>)	Kadar Air (%)
A (1)	40	0,0784
A (2)		0,0776
A (3)		0,0748
B (1)	50	0,0812
B (2)		0,0791
B (3)		0,0768
C (1)	60	0,0842
C (2)		0,0836
C (3)		0,0844

Kadar air dalam biobriket menunjukkan kandungan air yang terdapat pada biobriket. Pengujian kadar air biobriket kacang tanah dengan tiga kali pengulangan dapat dilihat pada Tabel 4.4. Kadar air ini salah satu parameter yang menunjukkan kualitas biobriket (Alfajriandi *et al.*, 2017). Nilai kadar air tertinggi ditunjukkan pada biobriket dengan partikel 60 *mesh*, yaitu sebesar 0,0844%. Nilai kadar air terendah ditunjukkan pada biobriket dengan partikel 40 *mesh*, yaitu sebesar 0,0748%. Ketiga variasi ukuran partikel dilakukan pengujian secara triplo sehingga diperoleh rata-rata kadar air sampel. Ukuran partikel 40 *mesh* memiliki rata-rata kadar air sebesar 0,0770%. Ukuran partikel 50 *mesh* memiliki rata-rata kadar air sebesar 0,0790%. Ukuran partikel 60 *mesh* memiliki rata-rata kadar air sebesar 0,0841%.



Gambar 4. 3 Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Kadar Air

Gambar 4.3 tersebut menunjukkan grafik pengaruh variasi ukuran partikel terhadap kadar air biobriket kacang tanah. Grafik pada Gambar 4.3 menunjukkan kenaikan kadar air biobriket mulai dari ukuran partikel terkecil hingga terbesar. Grafik tersebut menunjukkan kesesuaian dengan teori-teori yang ada. Ukuran partikel yang kecil akan menyebabkan kadar air meningkat. Hal ini dikarenakan biobriket bersifat mudah menyerap air. Selain itu, partikel yang kecil menyebabkan pori-pori biobriket mengecil sehingga pada saat pencetakan dan pengeringan, air yang terkandung dalam biobriket tertahan dan sulit menguap. Menurut Alfajriandi *et al.* (2017) variasi ukuran partikel memiliki pengaruh terhadap kadar air biobriket. Teori lainnya yang dinyatakan oleh Priyanto *et al.* (2018) kadar air dipengaruhi oleh halus dan kasarnya ukuran partikel biobriket. Semakin kasar ukuran partikel biobriket maka akan lebih sedikit pula dalam menyerap air. Sunardi *et al.* (2019) menyatakan bahwa kadar air sangat memengaruhi kualitas biobriket. Kadar air yang tinggi ini disebabkan karena ukuran partikel yang kecil karena air terperangkap di dalamnya sehingga dapat menurunkan daya bakar biobriket. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil pengujian kadar air dari ketiga variasi ukuran partikel tersebut telah memenuhi standar mutu kadar air biobriket yang ditetapkan dalam SNI 01-6235-2000, yaitu sebesar $\leq 8\%$.

4.4 Kadar Abu

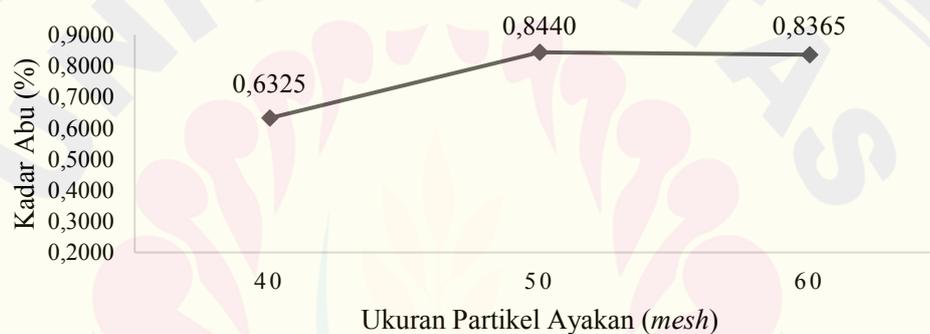
Kadar abu merupakan hasil sisa dari pembakaran biobriket. Menurut (Sudiro & Suroto, 2014) abu adalah residu yang berasal dari sisa pembakaran. Data pengujian kadar abu biobriket kacang tanah ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Kadar abu biobriket kacang tanah

Kode Sampel	Ukuran Partikel (<i>mesh</i>)	Kadar Abu (%)
A (1)	40	0,2220
A (2)		0,8357
A (3)		0,8398
B (1)	50	0,8417
B (2)		0,8480
B (3)		0,8424
C (1)	60	0,8822

Kode Sampel	Ukuran Partikel (<i>mesh</i>)	Kadar Abu (%)
C (2)		0,8143
C (3)		0,8131

Nilai kadar abu tertinggi ditunjukkan pada biobriket dengan partikel 60 *mesh*, yaitu sebesar 0,8822%. Nilai kadar abu terendah ditunjukkan pada biobriket dengan partikel 40 *mesh*, yaitu sebesar 0,2220%. Ketiga variasi ukuran partikel dilakukan perhitungan sehingga diperoleh rata-rata kadar abu. Ukuran partikel 40 *mesh* memiliki rata-rata kadar abu sebesar 0,6325%. Ukuran partikel 50 *mesh* memiliki rata-rata kadar abu sebesar 0,8440%. Ukuran partikel 60 *mesh* memiliki rata-rata kadar abu sebesar 0,8365%.



Gambar 4. 4 Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Kadar Abu

Gambar 4.4 tersebut menunjukkan grafik pengaruh variasi ukuran partikel terhadap kadar abu biobriket kacang tanah. Grafik tersebut menunjukkan bahwa terdapat kenaikan kadar abu biobriket mulai dari ukuran partikel terkecil hingga terbesar. Grafik tersebut menunjukkan perbedaan antara partikel yang berukuran 40 *mesh* dengan 50 dan 60 *mesh*. Ukuran partikel yang semakin kecil dapat meningkatkan kadar abu. Ruang antarpartikel yang sempit menyebabkan pembakaran biobriket sulit dilakukan karena proses pembakaran melibatkan oksigen. Ruang yang sempit ini tidak memungkinkan kontak oksigen dengan biobriket terjadi secara merata di seluruh bagian biobriket, terutama di bagian dalam (Sunardi *et al.*, 2019). Oleh karena itu, kadar abu menjadi meningkat. Menurut Alfajriandi *et al.* (2017) ukuran partikel yang kecil menyebabkan kadar

abu yang tinggi karena menyimpan lebih banyak butiran air di dalamnya. Partikel 50 dan 60 mesh menunjukkan perbedaan kadar abu namun tidak signifikan. Penurunan ini terjadi karena penurunan kekuatan pengempaan sehingga memengaruhi hasil uji (Sunardi *et al.*, 2019). Dengan demikian, dapat disimpulkan berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.6 bahwa ketiga variasi ukuran partikel biobriket memenuhi standar mutu kadar abu yang ditetapkan dalam SNI 01-6235-2000, yaitu sebesar $\leq 8\%$.

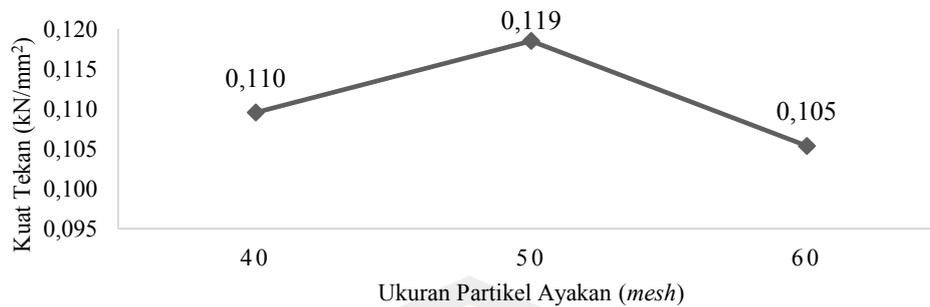
4.5 Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan biobriket dilakukan untuk mengetahui kekuatan biobriket terhadap suatu tekanan atau benturan. Sampel yang digunakan dalam pengujian ini berbeda dengan sampel untuk pengujian nilai kalor, kadar air, dan kadar abu. Hal ini dikarenakan pengujian kuat tekan harus menggunakan sampel yang utuh karena dalam prosesnya nanti akan dilakukan penghancuran biobriket dengan tekanan tertentu. Hasil pengujian biobriket dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Kuat tekan biobriket kacang tanah

Kode Sampel	Ukuran Partikel (<i>mesh</i>)	P (kN/mm ²)
A (1)	40	0,142
A (2)		0,1002
A (3)		0,085
B (1)	50	0,135
B (2)		0,119
B (3)		0,1002
C (1)	60	0,082
C (2)		0,106
C (3)		0,127

Nilai kuat tekan yang terdapat pada Tabel 4.6 tersebut menunjukkan perbedaan untuk setiap ukuran partikel. Ukuran partikel 40 *mesh* memiliki rata-rata nilai kuat tekan sebesar 0,110 kN/mm². Ukuran partikel 50 *mesh* memiliki rata-rata nilai kuat tekan sebesar 0,119 kN/mm². Ukuran partikel 60 *mesh* memiliki rata-rata nilai kuat tekan sebesar 0,105 kN/mm². Hubungan antara ukuran partikel terhadap nilai kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Nilai Kuat Tekan

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 merupakan grafik pengaruh variasi ukuran partikel terhadap nilai kuat tekan biobriket kacang tanah. Grafik tersebut menunjukkan bahwa terjadi kenaikan dan penurunan pada nilai kuat tekan untuk ketiga variasi ukuran partikel. Hasil pengujian ini terdapat ketidaksesuaian dengan teori. Ukuran partikel biobriket yang semakin kecil membuat biobriket lebih padat karena partikel penyusun biobriket cenderung lebih halus. Biobriket yang padat inilah dapat menyebabkan biobriket lebih keras dan memiliki bentuk yang mampat. Menurut Suryaningsih *et al.* (2019) semakin kecil ukuran partikel maka semakin tinggi pula nilai kuat tekan biobriket. Partikel biobriket yang berukuran kecil dapat membuat biobriket menjadi lebih padat. Biobriket yang lebih padat ini cenderung lebih keras dan tidak mudah hancur. Hal ini disebabkan kontak antarpartikel memiliki jumlah yang banyak sehingga partikel yang berikatan dengan kuat dapat menahan tekanan saat pengujian. Kenaikan kuat tekan yang tidak signifikan salah satunya terjadi karena perekat yang tidak berikatan dengan sempurna sehingga menyebabkan nilai kuat tekan menurun (Suryaningsih *et al.*, 2019). Perekat yang tidak berikatan dengan sempurna disebabkan proses pencampuran yang tidak homogen. Campuran yang homogen dapat menentukan kualitas ikatan partikel karena pada proses pencetakan biobriket akan ditekan sehingga gaya mengenai biobriket akan disalurkan secara merata (Setiowati & Tirono, 2014). Selain itu, faktor yang memengaruhi kegagalan pencetakan biobriket adalah material, manusia, dan mesin (alat) yang digunakan dalam pembuatan biobriket (Lukita & Al-Faritsy, 2020).

4.6 Analisis Statistik Pengaruh Variasi Ukuran Partikel

Data hasil pengujian biobriket menjadi data primer yang selanjutnya dilakukan analisis. Analisis data diolah menggunakan ilmu statistika, yaitu regresi linier sederhana untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran partikel terhadap nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan nilai kuat tekan biobriket kulit kacang tanah. Analisis regresi linier sederhana adalah metode yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat (Putra, 2018).

Analisis regresi linier dapat dilakukan dengan beberapa tahap. Sebelum melakukan regresi linier sederhana, tahap pertama yang dilakukan adalah uji normalitas. Uji normalitas merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui data primer dari hasil penelitian dapat didistribusikan secara normal (Ghozali, 2018). Terdapat beberapa jenis metode normalitas, namun yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah uji normalitas *Kolmogrov Smirnov*. Uji *Kolmogrov Smirnov* memiliki tingkat signifikansi (p-Value) sebesar $\geq 0,05$. Asumsi normalitas pada regresi linier diperlukan bukan pada data variabel penelitian, namun pada residualnya (Ghozali, 2018).

4.6.1. Nilai Kalor

Uji *Kolmogrov Smirnov* pada nilai kalor mengacu pada data hasil pengujian nilai kalor yang terdapat pada Tabel 4.2 Hasil uji normalitas dengan *Kolmogrov Smirnov* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Uji *Kolmogrov Smirnov* nilai kalor biobriket

D	p-Value
0,21075	0,2968

Tabel 4.7 menghasilkan nilai p-Value sebesar 0,2968. Nilai p-Value ini memenuhi syarat regresi karena nilai p-Value $\geq 0,05$. Data pada Tabel 4.2 kemudian dilakukan analisis regresi linier sederhana dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Analisis regresi linier sederhana pada nilai kalor biobriket

<i>Regression Statistics</i>	
<i>Multiple R</i>	0,70108240468777
<i>R Square</i>	0,49151653816279

<i>Regression Statistics</i>	
<i>Adjusted R Square</i>	0,41887604361461
<i>Standard Error</i>	100,65483841475
<i>Observations</i>	9

Tabel 4.8 memiliki nilai korelasi sebesar 0,70108. Nilai korelasi tersebut mendekati 1 sehingga tingkat korelasi nilai kalor dengan variasi ukuran partikel dikategorikan kuat. Nilai koefisien determinasi bernilai 0,41 atau sekitar 41%. Hal ini menunjukkan variasi ukuran partikel menyebabkan penurunan nilai kalor pada biobriket kulit kacang tanah.

Tabel 4. 9 Uji anova pada nilai kalor biobriket

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
<i>Regression</i>	1	68553,34	68553,345	6,76642	0,03536
<i>Residual</i>	7	70919,77	10131,396		
<i>Total</i>	8	139473,12			

Tabel 4.9 menunjukkan hasil uji anova. Nilai signifikansi pada uji tersebut sebesar 0,03536. Nilai signifikansi tersebut bernilai kurang dari 0,05 sehingga variasi ukuran partikel berpengaruh signifikan pada nilai kalor.

4.6.2. Kadar Air

Uji *Kolmogrov Smirnov* pada kadar air mengacu pada data hasil pengujian kadar air yang terdapat pada Tabel 4.4 Hasil uji normalitas dengan *Kolmogrov Smirnov* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Uji *Kolmogrov Smirnov* kadar air biobriket

<i>D</i>	<i>p-Value</i>
0,20361	0,3482

Tabel 4.10 menghasilkan nilai p-Value sebesar 0,3482. Nilai p-Value ini memenuhi syarat regresi karena nilai p-Value $\geq 0,05$. Data pada Tabel 4.4 kemudian dilakukan analisis regresi linier sederhana dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Analisis regresi linier sederhana pada kadar air biobriket

<i>Regression Statistics</i>	
<i>Multiple R</i>	0,881900105363936

<i>Regression Statistics</i>	
<i>R Square</i>	0,777747795840922
<i>Adjusted R Square</i>	0,745997480961053
<i>Standard Error</i>	0,001757194797347
<i>Observations</i>	9

Tabel 4.11 memiliki nilai korelasi sebesar 0,8819. Nilai korelasi tersebut mendekati 1 sehingga tingkat korelasi kadar air dengan variasi ukuran partikel dikategorikan kuat. Nilai koefisien determinasi bernilai 0,74 atau sekitar 74%. Hal ini menunjukkan variasi ukuran partikel menyebabkan kenaikan kadar air pada biobriket kulit kacang tanah.

Tabel 4. 12 Uji anova pada kadar air biobriket

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
<i>Regression</i>	1	7,56364E-05	7,56E-05	24,49575	0,001657
<i>Residual</i>	7	2,16141E-05	3,09E-06		
<i>Total</i>	8	9,72505E-05			

Tabel 4.12 menunjukkan hasil uji anova. Nilai signifikansi pada uji tersebut sebesar 0,0016. Nilai signifikansi tersebut bernilai kurang dari 0,05 sehingga variasi ukuran partikel berpengaruh signifikan pada kadar air.

4.6.3. Kadar Abu

Uji *Kolmogrov Smirnov* pada kadar abu mengacu pada data hasil pengujian kadar air yang terdapat pada Tabel 4.5 Hasil uji normalitas dengan *Kolmogrov Smirnov* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Uji *Kolmogrov Smirnov* kadar abu biobriket

D	p-Value
0,26321	0,07228

Tabel 4.13 menghasilkan nilai p-Value sebesar 0,07228. Nilai p-Value ini memenuhi syarat regresi karena nilai p-Value $\geq 0,05$. Data pada Tabel 4.5 kemudian dilakukan analisis regresi linier sederhana dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 14 Analisis regresi linier sederhana pada kadar abu biobriket

<i>Regression Statistics</i>	
<i>Multiple R</i>	0,427076878820624
<i>R Square</i>	0,182394660423166
<i>Adjusted R Square</i>	0,065593897626475
<i>Standard Error</i>	0,199969395475868
<i>Observations</i>	9

Tabel 4.14 memiliki nilai korelasi sebesar 0,42797. Nilai korelasi tersebut tidak mendekati 1 sehingga tingkat korelasi kadar abu dengan variasi ukuran partikel dikategorikan sedang. Nilai koefisien determinasi bernilai 0,06 atau sekitar 6%. Hal ini berarti variasi ukuran partikel menyebabkan kenaikan yang tidak cukup drastis kadar abu pada biobriket kulit kacang tanah.

Tabel 4. 15 Uji anova pada kadar abu biobriket

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
<i>Regression</i>	1	0,0624444	0,06244	1,56158	0,25159
<i>Residual</i>	7	0,2799143	0,03998		
<i>Total</i>	8	0,3423587			

Tabel 4.15 menunjukkan hasil uji anova. Nilai signifikansi pada uji tersebut sebesar 0,25159. Nilai signifikansi tersebut bernilai lebih dari 0,05 sehingga variasi ukuran partikel tidak berpengaruh signifikan pada kadar abu.

4.6.4. Kuat Tekan

Uji *Kolmogrov Smirnov* pada nilai kuat tekan mengacu pada data hasil pengujian nilai kuat tekan yang terdapat pada Tabel 4.6 Hasil uji normalitas dengan *Kolmogrov Smirnov* dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Uji *Kolmogrov Smirnov* nilai kuat tekan biobriket

D	p-Value
0,14032	0,8766

Tabel 4.16 menghasilkan nilai p-Value sebesar 0,8766. Nilai p-Value ini memenuhi syarat regresi karena nilai p-Value $\leq 0,05$. Data pada Tabel 4.6 kemudian dilakukan analisis regresi linier sederhana yang dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Analisis regresi linier sederhana pada nilai kuat tekan biobriket

<i>Regression Statistics</i>	
<i>Multiple R</i>	0,0852118073487042
<i>R Square</i>	0,0072610521116326
<i>Adjusted R Square</i>	-0,134558797586706
<i>Standard Error</i>	0,0226190204981141
<i>Observations</i>	9

Tabel 4.17 memiliki nilai korelasi sebesar 0,0852. Nilai korelasi tersebut di bawah 1 sehingga tingkat korelasi nilai kuat tekan dengan variasi ukuran partikel dikategorikan sangat rendah. Nilai koefisien determinasi bernilai 0,13 atau sekitar 13%. Hal ini menunjukkan kenaikan (karena memiliki nilai negatif) yang berarti variasi ukuran partikel menyebabkan ketidakkonsistenan nilai kuat tekan pada biobriket kulit kacang tanah. Hasil pengujian dan analisis yang tidak sesuai dengan teori ini disebabkan karena beberapa hal. Menurut Lukita & Al-Faritsy (2020) faktor yang memengaruhi kegagalan pencetakan biobriket adalah material, manusia, dan mesin (alat) yang digunakan dalam pembuatan biobriket.

Tabel 4. 18 Uji anova pada nilai kuat tekan biobriket

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
<i>Regression</i>	1	0,000026194	0,000026194	0,05119	0,82745
<i>Residual</i>	7	0,003581340	0,000511620		
<i>Total</i>	8	0,003607535			

Tabel 4.18 menunjukkan hasil uji anova. Nilai signifikansi pada uji tersebut sebesar 0,82745. Nilai signifikansi tersebut bernilai lebih dari 0,05 sehingga variasi ukuran partikel tidak berpengaruh pada nilai kuat tekan.

4.7 Kelebihan dan Kekurangan Biobriket

Penelitian mengenai biobriket ini dilakukan untuk mengetahui keefektifan biobriket kulit kacang tanah sebagai bahan bakar. Penelitian mengenai biobriket kulit kacang tanah juga dilakukan analisis mengenai kekurangan dan kelebihan. Kelebihan dan kekurangan biobriket kulit kacang tanah dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Kelebihan dan kekurangan biobriket kulit kacang tanah

Kelebihan	Kekurangan
Mengetahui kualitas biobriket sebagai bahan bakar melalui uji parameter kimia (nilai kalor, kadar air, kadar abu) dan fisik (kuat tekan).	Hasil pengujian dan analisis pengaruh variasi ukuran partikel terhadap kadar abu dan nilai kuat tekan yang dilakukan tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya.
Menambah referensi variasi bahan baku biobriket.	Ketidakkuratan alat yang digunakan, seperti timbangan analitik dan alat <i>press</i> biobriket.

4.8 Rekomendasi

Biobriket kulit kacang tanah dengan perekat likuida limbah kulit buah kakao ini tidak diperuntukkan sebagai bahan bakar untuk mengolah bahan makanan yang dapat dikonsumsi. Hal ini dikarenakan makanan yang diolah menggunakan bahan bakar ini akan terkontaminasi dengan kandungan zat kimia yang terkandung di dalam biobriket. Biobriket ini direkomendasikan untuk industri yang tidak melibatkan bahan makanan yang dikonsumsi baik untuk manusia maupun makhluk hidup lainnya.

Proses pembuatan perekat likuida limbah kulit buah kakao memiliki harga yang cukup tinggi. Pembuatan perekat melibatkan bahan kimia yang memiliki harga yang tidak ekonomis. Pembuatan biobriket selanjutnya sebaiknya menggunakan bahan perekat lain yang lebih terjangkau dan mudah didapatkan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji dan analisis data yang dilakukan dalam penentuan keefektifan biobriket kulit kacang tanah dengan perekat likuida limbah kulit buah kakao, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi ukuran partikel 40, 50, dan 60 *mesh* pada biobriket berpengaruh terhadap nilai kalor. Partikel 40 *mesh* menunjukkan nilai kalor terbaik, yaitu 5.206,68 kal/gram. Nilai signifikansi nilai kalor sebesar $F < 0,05$. Dengan demikian, variasi ukuran partikel berpengaruh terhadap nilai kalor yaitu, semakin kecil ukuran partikel, semakin kecil pula nilai kalor yang dihasilkan. Ukuran partikel yang lebih kecil atau lebih halus akan menyulitkan proses pembakaran pada biobriket.
2. Variasi ukuran partikel 40, 50, dan 60 *mesh* pada biobriket berpengaruh terhadap kadar air. Partikel 40 *mesh* menunjukkan kadar air terbaik, yaitu 0,0770%. Nilai signifikansi kadar air sebesar $F < 0,05$. Dengan demikian, variasi ukuran partikel berpengaruh terhadap kadar air, yaitu semakin kecil ukuran partikel, semakin tinggi kadar air yang dihasilkan. Ukuran partikel yang lebih kecil menyebabkan ruang atau pori-pori antarpartikel biobriket juga semakin sempit. Ruang atau pori-pori yang sempit ini akan membuat air pada biobriket tertahan di antara pori-pori tersebut.
3. Variasi ukuran partikel 40, 50, dan 60 *mesh* pada biobriket berpengaruh terhadap kadar abu. Partikel 50 *mesh* menunjukkan kadar abu terbaik, yaitu 0,8440%. Variasi ukuran partikel berpengaruh terhadap kadar abu disebabkan semakin kecil ukuran partikel, semakin tinggi pula kadar abu yang dihasilkan. Ukuran partikel yang kecil menyebabkan pembakaran sulit dilakukan sehingga kontak oksigen dengan biobriket saat pembakaran tidak optimal. Nilai signifikansi $F > 0,05$ sehingga variasi ukuran partikel tidak berpengaruh menurut analisis statistik. Ketidakberpengaruhan ini terjadi karena alat yang digunakan terjadi eror sehingga pengempaan tidak sesuai.

4. Variasi ukuran partikel 40, 50, dan 60 *mesh* pada biobriket berpengaruh terhadap nilai kuat tekan. Partikel 50 *mesh* menunjukkan nilai kuat tekan terbaik, yaitu 0,119 kN/mm². Pengaruh variasi ukuran partikel terhadap nilai kuat tekan membuat biobriket lebih padat karena partikel penyusun biobriket cenderung lebih halus sehingga biobriket tidak mudah rapuh. Nilai signifikansi $F > 0,05$ sehingga variasi ukuran partikel tidak berpengaruh menurut analisis statistik. Ketidakberpengaruhan ini terjadi karena adonan biobriket kurang homogen dan alat yang digunakan terjadi eror.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil uji dan analisis data yang dilakukan dalam penentuan keefektifan biobriket kulit kacang tanah dengan perekat likuida limbah kulit buah kakao, saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya, yaitu:

1. Timbangan analitik sebaiknya dilakukan kalibrasi agar dapat menghasilkan nilai massa yang akurat.
2. Dongkrak yang digunakan sebagai alat *press* sebaiknya memiliki tekanan yang besar agar biobriket dapat ditekan secara maksimal sesuai dengan yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfajriandi, Hamzah, F., & Hamzah, F. H. (2017). Perbedaan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Daun Pisang Kering. *Jom FAPERTA*, 4(1), 5(12 (152)), 10–27.
- Arifah, R. (2017). Keberadaan Karbon Terikat dalam Briket Arang Dipengaruhi oleh Kadar Abu dan Kadar Zat yang Menguap. *Wahana Inovasi*, 6(2), 365-377.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *Briket Arang Kayu*. SNI 01-6235-2000. Jakarta
- Dalimuthe, Y. K., Sulistyanto, D., Irham, S., Madani, T., & Rizky, T. A. (2023). Analisis Densitas dan Laju Pembakaran Briket Berdasarkan Komposisi Bahan Penyusun Kulit Kacang Tanah dan Tempurung Kelapa. *INTAN Jurnal Penelitian Tambang*, 6(1), 48-53.
- Diji. (2003). Electricity Production from Biomass in Nigeria Options, Prospect and Challenges. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3(4), 84-98.
- Elfiano, E., Subekti, P., & Sadil, A. (2014). Analisa Proksimat dan Nilai Kalor pada Briket Bioarang Limbah Ampas Tebu dan Arang Kayu. *Jurnal APTEK*, 6(1), 57–64.
- Febriani, S. D. A., Kusuma, F. W., Rahmanto, D. E., & Dafit, A. P. (2022). Analisis Kualitas Briket Arang Kulit Kacang Tanah dengan Perekat Biji Nangka. *Jurnal Teknik Terapan*, 42-46.
- Febriyanti, L., Melani, A., & Atikah. (2020). Pengaruh Waktu pada Delignifikasi Ampas Tebu Menjadi Pulp Terhadap Persentase Rendemen dengan Proses Bleaching Hidrogen Peroksida (H₂O₂). *Distilasi*, 5(2), 10-17.
- Ferguson, H. (2012). *The Potential for Briquette Enterprises to Address the Sustainability of The Ugandan Biomass Fuel Market*. London: Global Village Energy Partnership International.
- Ghozali. (2018). Pengaruh Kualitas Layanan Terhadap Kepuasan Pelanggan Noach Cafe and Bistro. *Agora*, 7(2), 1–5. <https://publication.petra.ac.id/index.php/manajemen-bisnis/article/view/8734/7880>
- Jamilatun, S., Setyawan, M., Salamah, S., Purnama, D. A. A., Riska, & Putri, U. M. (2015). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivasi Sebelum dan Sesudah Pirolisis. *Jurnal Fakultas Teknik Muhammadiyah Jakarta* 0258, 1–8.
- Junary, E., Pane, J., & Herlina, N. (2015). Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor dan Karakteristik pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(2), 46–52. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i2.1470>
- Koto, I., Siallagan, S., Lisyanto, & Putra, A. N. (2019). *Modul Bioarang Organik Energi Alternatif*. Kota Medan: Penerbit Yayasan Kita Menulis.
- Lubis, K. (2008). *Tranformasi Mikropori ke Mesopori Cangkang Kelapa Sawit*.

Medan: Teknik Kimia FMIPA Universitas Sumatera Utara.

- Lukita, D. S. A., & Al-Faritsy, A. Z. (2020). Usulan Perbaikan Proses Produksi Briket Dengan Pendekatan Lean Six Sigma Studi Kasus Pada Cv Danagung. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7(1), 13. <https://doi.org/10.24853/jisi.7.1.13-20>
- Luksi, M. & Cahyo, B. N. (2015). Pengaruh Suhu Pengeringan Briket Serbuk Gergaji dan Kanji Terhadap Kekuatan. *Jurnal Integrasi*, 7(1), 31-35.
- Medynda, M., Sucipto, T., & Hakim, L. (2012). Pengembangan Perekat Likuida dari Limbah Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L). *Peronema Forestry Science Journal*, 1(1), 1–10.
- Maryono, Sudding, & Rahmawati. (2013). Preparation and Quality Analysis of Coconut Shell Charcoal Briquette Observed by Starch Concentration. *Jurnal Chemica*, 14(1), 74–83.
- Ni'mah, L. (2020). Pembuatan Briket dari Kulit Buah Langsung. *Buletin Profesi Insinyur*, 3(2), 103-108.
- Nuriana, W., Anisa, N., & Martana. (2013). Karakteristik Biobriket Kulit Durian Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 23(1), 70–76. <http://jamu.journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/7236>
- Peraturan Pemerintah. (2014). *PP No. 79 Thn 2014.pdf* (pp. 1–36).
- Priyanto, A., Hantarum, & Sudarno. (2018). Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Briket Terhadap Kerapatan, Kadar Air, dan Laju Pembakaran pada Briket Kayu Sengon. *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya* 541–546.
- Putra, E. (2018). Pengaruh Harga Terhadap Kepuasan Konsumen pada Citra Swalayan dengan Variabel Intervening Service Quality. *Jurnal Apresiasi Ekonomi*, 2(2), 89–94. <https://doi.org/10.31846/jae.v2i2.61>
- Putri, R. E. & Andasuryani. (2017). Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2), 143. <https://doi.org/10.25077/jtpa.21.2.143-151.2017>
- Putri, R. W., Rahmatullah, R., Santoso, B., Selpiana, S., Habsyari, M. A., Aliyah, S. T., Hadi, A. A., & Gobel, A. P. (2023). Pemanfaatan Sekam Padi untuk Produksi Biobriket dengan Variasi Binder Tepung Tapioka dan Tepung Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia* 29(1), 1–8. <https://doi.org/10.36706/jtk.v29i1.1240>
- Putro, S., Musabbikhah, & Suranto. (2015). Variasi Temperatur dan Waktu Karbonisasi untuk Meningkatkan Nilai Kalor dan Memperbaiki Sifat Proximate Biomassa sebagai Bahan Pembuat Briket yang Berkualitas. *Simposium Nasional RAPI XIV - 2015 FT UMS ISSN 1412-9612*, 282–288.
- Ristianingsih, Y., Ulfa, A., & Syafitri, R. (2015). Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan. *Jurnal Konversi*, 4(2), 16–21.
- Rumape, O., Mohamad, E., & Mohi, R. A. (2019). Optimasi Briket Bungkil Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Melalui Variasi Tepung Tapioka. *Jambura Journal of Chemistry*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.34312/jambchem.v1i1.2103>
- Saeed, A. A. H., Harun, N. Y., Bilad, M. R., Afzal, M. T., Parvez, A. M., Roslan, F. A. S., Rahim, S. A., Vinayagam, V. D., & Afolabi, H. K. (2021). Moisture Content Impact on Properties of Briquette Produced from Rice Husk Waste.

- Sustainability (Switzerland)*, 13(6). 1-14. <https://doi.org/10.3390/su13063069>
- Sani. (2009). *Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kulit Kacang Tanah, Cabang dan Ranting Pohon Sengon, serta Serbetan Bambu*. Bandung: ITB.
- Setiowati, R. & Tirono, M. (2014). Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan dan Komposisi Bahan Terhadap Sifat Fisis Briket Arang. *Jurnal Neutrino*, 7(1), 23-31.
- Setiawan, A. I. (2007). *Memfaatkan Kotoran Ternak, Solusi Masalah Lingkungan dan Pemanfaatan Energi Alternatif*. Depok: Penerbit Penebar Swadaya.
- Setiawan, I. M. P., Mardawati, E., & Nurliasari, D. (2022). Pengaruh Temperatur Pengeringan serta Dimensi Biobriket Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas dan Kelayakan Ekonominya. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 26 (2), 175-182.
- Siahaan, S., Hutapea, M., & Hasibuan, R. (2013). Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1), 26–30. <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i1.1423>
- Sucipto, T. (2009a). *Perekat Lignin*. Karya Tulis. Medan: Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Sucipto, T. (2009b). *Karakterisasi Partikel dan Likuida Tandan Kosong Sawit*. Tesis. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sudiro & Suroto, S. (2014). Pengaruh Komposisi dan Ukuran Serbuk Briket yang Terbuat dari Batubara dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta*, 2(2), 1–18.
- Sunardi, Djuanda, & Mandra, M. A. S. (2019). Characteristic of Charcoal Briquettes from Agricultural Waste with Compaction Pressure and Particle Size Variation as Alternative Fuel. *International Energy Journal* 19, 139-148.
- Supriyatno, & B Crishna, M. (2010). Studi Kasus Energi Alternatif Briket Sampah Lingkungan Kampus POLBAN Bandung. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 1–9.
- Suryaningsih, S., Anggraeni, P. M., & Nurhilal, O. (2019). Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Termal dan Mekanik Briket Campuran Arang Sekam Padi dan Kulit Kopi. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 9(2), 79. <http://jurnal.unpad.ac.id/jmei/article/view/26351>
- Triono, M. dan Sabit A. (2012). Efek Suhu pada Proses Pengarangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa (Coconut Shell Charcoal). *Jurnal Neutrino*, 3(2), 143–152. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1647>
- Triyanto, J., Subroto, & Effendy, M. (2016). Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 17(1), 1–7.
- Viegas, E. I. N. (2013). Pengaruh Ukuran Partikel dan Kuat Tekan Terhadap Kualitas Briket Arang dari Bambu. *Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang*.
- Wahyusi, K. N., Dewati, R., Ragilia, R. P., & Kharisma, T. (2012). Briket Arang Kulit Kacang Tanah dengan Proses Karbonisasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 6(2), 70–73.
- Wicaksono, W. R., & Nurhatika, S. (2019). Variasi Komposisi Bahan pada

Pembuatan Briket Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dan Limbah Biji Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 2337-3520. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37231>

Widarti, B. N., Sitohang, P., & Sarwono, E. (2016). Penggunaan Tongkol Jagung akan Meningkatkan Nilai Kalor pada Biobriket. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(1), 16-21. <http://Jurnal.Untirta.Ac.Id/Index.Php/Jip>



LAMPIRAN-LAMPIRAN

- Lampiran 1. Dokumentasi Pembuatan Perekat Likuida Kulit Buah Kakao
https://drive.google.com/file/d/1W_z6liP3InJNyWYwsQBn3z9da9n1CHKi/view?usp=drivesdk
- Lampiran 2. Dokumentasi Pembuatan Biobriket Kulit Kacang Tanah
https://drive.google.com/file/d/1wgNFLYExVnOPF_OokynosBLgQ2avBVbN/view?usp=drivesdk
- Lampiran 3. Analisis Statistik Uji Normalitas dengan *Software Open Source*: Posit
<https://drive.google.com/file/d/1sPYZ1dOTyNwzjWvTjL0k9zL8A9rUOnl0/view?usp=drivesdk>
- Lampiran 4. Analisis Statistik dengan Microsoft Excel
<https://drive.google.com/file/d/1KjKz8uJMyVHbOSyQyI-O-aFLH9ay5gw9/view?usp=drivesdk>
- Lampiran 5. Hasil Uji Laboratorium Nilai Kalor, Kadar Air, dan Kadar Abu
https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1T_vX7pCG-_58k3tz2tHvW194z_FlnBnP
- Lampiran 6. Surat Pendukung Penelitian
https://drive.google.com/drive/folders/1o2BvLO1fq1elq2PyetOIBY_Yfk0wEBCT5