

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN LIMBAH KULIT
KEDELAI TERHADAP NILAI KALOR DAN LAJU
PEMBAKARAN BIOBRIKET BERBAHAN DASAR SEKAM
PADI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Nur Sukma Adiluhung

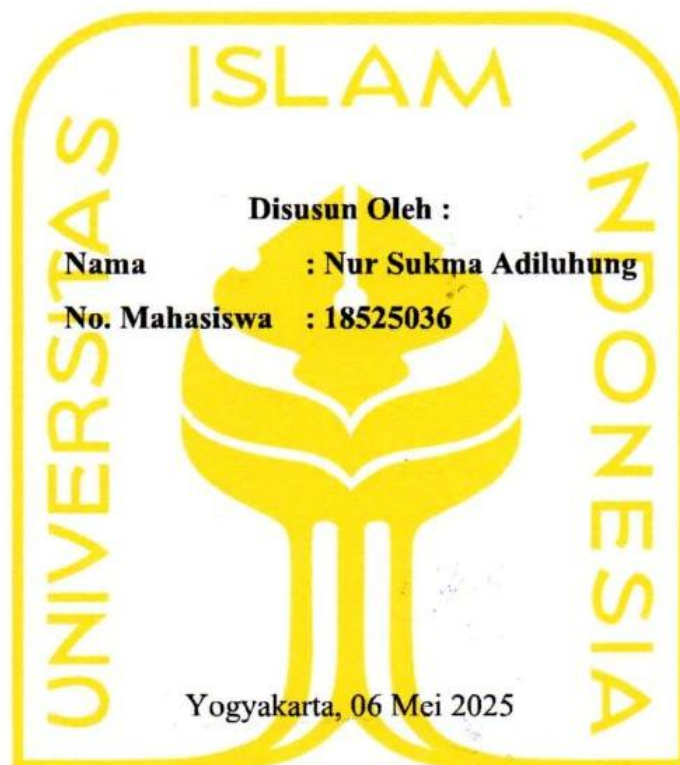
No. Mahasiswa : 18525036

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN LIMBAH KULIT
KEDELAI TERHADAP NILAI KALOR DAN LAJU
PEMBAKARAN BIOBRIKET BERBAHAN DASAR SEKAM
PADI**

TUGAS AKHIR



المعتمد المبتدئ المبتدئ
Pembimbing 1

Faisal Arif Nurgasang, S.T., M.Sc. IPP

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGARUH VARIASI CAMPURAN LIMBAH KULIT KEDELAI TERHADAP NILAI KALOR DAN LAJU PEMBAKARAN BIOBRIKET BERBAHAN DASAR SEKAM PADI

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Nur Sukma Adiluhung

No. Mahasiswa : 18525036

Tim Penguji

Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP

Ketua

Tanggal : 06 Mei 2025

Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

Anggota I

Tanggal : 06 Mei 2025

Finny Pratama Putera, S.T., M.Eng.

Anggota II

Tanggal : 06 Mei 2025

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Muhammad Kholidh, S.T., M.T., IPP

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nur Sukma Adiluhung
Alamat : RT 02 RW 02, Desa Ungaran, Kecamatan
Kutowinangun, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah.
NIK : 3305100605980001
Telp./HP : 0857-0196-2747

menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa:

Judul : Pengaruh Variasi Campuran Limbah Kulit Kedelai
Terhadap Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Biobriket
Berbahan Dasar Sekam Padi
Penulis : Nur Sukma Adiluhung

adalah benar merupakan karya asli yang dibuat untuk diterbitkan dan disebarluaskan secara umum, melalui:

Penerbit : Universitas Islam Indonesia
Alamat : Gedung Moh. Hatta Perpustakaan dan Museum Jl.
Kaliurang Km 14.5, Besi, Sleman, DIY.

Demikian surat ini dibuat dengan sebenar-benarnya serta akan menjadi pertanggungjawaban kami jika terdapat penyalahgunaan dan akibat yang ditimbulkannya.

Yogyakarta, 20 Mei 2023

Penulis,



Nur Sukma Adiluhung

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahil'alam, segala puji bagi Allah SWT karena berkat nikmat serta karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang cukup sederhana ini dipersembahkan kepada :

Bapak Bera Ansida Arifianto dan Ibu Sopiya yang selalu mengingatkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir, selalu belajar serta untuk beribadah lima waktu supaya semua cita-cita bisa tercapai dan dipermudah, serta bisa segera lulus dan wisuda.

HALAMAN MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu,
dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk
bagimu,

Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.”

(QS. Al-Baqarah ayat 216)

“Dan mereka merencanakan dan Allah juga merencanakan, dan Allah
sebaik-baik perencanaan.”

(QS. Ali Imran ayat 54)

Jika aku tidak mengambil risiko, aku tidak dapat menciptakan masa
depan.

Dan jika aku menyerah sekarang, aku akan menyesal selamanya.

-Monkey D. Luffy

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling banyak manfaatnya bagi
manusia”

-H.R. Ahmad

“Hidup itu seperti mengendarai sepeda. Untuk menjaga
keseimbangan, kamu harus terus melaju”

-Albert Einstein

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan Syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Sholawat serta salam tak lupa penulis curahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad *Shallallahu 'alaihi wa Sallam*, yang telah membawa umat manusia keluar dari zaman yang kelam dan *jahilliyah* menuju kebenaran.

Laporan tugas akhir ini disusun berdasarkan fakta dan data yang terjadi saat melakukan proses penelitian di lapangan, dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Indonesia.

Selama pelaksanaan penelitian maupun penulisan laporan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu atas bantuan-bantuan yang diberikan, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas ridho, Rahmat, dan tuntunan-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Bapak Bera Ansida Arifianto dan Ibu Sopiya selaku kedua orang tua penulis yang mana telah memberikan banyak dukungan serta doa kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Kaprodi Teknik Mesin.
4. Bapak Faisal Arif Nurgasang S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan saran serta masukan kepada penulis.
5. Seluruh dosen beserta staff jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Sahabat-sahabat seperjuangan penulis yaitu Muhammad Ilyas Pakpahan, Muhammad Zein Zhaky, Noval Farhan, Muhammad Lukman Mahkarim, Wega Adi Wiguna, Mega Kurnia, dan Marsha Putri Tasyania. Tidak lupa juga rekan kerja yang membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir yaitu Bapak Priyo Haryanto dan Bapak Wiwit.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi campuran limbah kulit kedelai terhadap nilai kalor dan laju pembakaran pada biobriket berbahan dasar sekam padi. Variasi campuran menggunakan rasio pencampuran 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50 dari jumlah total adonan biobriket sebanyak 400 gram. Perekat yang digunakan sebesar 10% dari jumlah total bahan baku biobriket sebanyak 40 gram serta air yang digunakan sebanyak 240 mililiter. Spesimen biobriket yang dibuat memiliki dimensi 3 x 2,5 x 2,5 cm. Proses pengeringan dengan cara dianginkan di suhu ruang selama 5 x 24 jam tanpa bantuan sinar matahari. Pengujian nilai kalor biobriket dilakukan menggunakan *bomb calorimeter* dengan metode pengujian IKU/7.2/BC-01-Bomb-Calorimeter. Nilai kalor tertinggi dan variasi campuran yang optimal untuk pembuatan biobriket terdapat pada rasio pencampuran 60 : 40 dan memiliki nilai kalor sebesar 5943,33 Kal/g. Laju pembakaran pada rasio pencampuran 60 : 40 adalah 0,00693 detik. Dari masing-masing variasi campuran diperoleh nilai kalor yang telah memenuhi standar SNI 01-6235-2000 > 5000 kal/gram.

Kata Kunci : Kulit Kedelai, Sekam Padi, Biomassa, Biobriket, Nilai Kalor, Laju Pembakaran

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Surat Pernyataan Keaslian Karya	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Notasi	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Biomassa	7
2.2.2 Biobriket	7
2.2.3 Syarat Biobriket	8
2.2.4 Proses Pencetakan Biobriket	9
Bab 3 Metode Penelitian	10
3.1 Alur Penelitian	10
3.2 Peralatan dan Bahan	11
3.3 Proses Pembuatan Biobriket	17

3.3.1	Persiapan Alat dan Bahan.....	17
3.3.2	Pengarangan (Karbonisasi).....	17
3.3.3	Pembuatan Serbuk	20
3.3.4	Pencampuran Bahan Baku Utama dan Campuran.....	21
3.3.5	Pencampuran Serbuk Arang Dengan Perekat dan Air.....	21
3.3.6	Pencampuran Semua Adonan.....	23
3.3.7	Pencetakan	24
3.3.8	Pengeringan	24
3.4	Parameter yang diuji.....	25
3.4.1	Pengujian Nilai Kalor	26
3.4.2	Pengujian Laju Pembakaran	28
3.4.3	Pengujian Kualitas Biobriket.....	28
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	29
4.1	Pengaruh Variasi Campuran Biobriket Limbah Kulit Kedelai Berbahan Dasar Sekam Padi Terhadap Nilai Kalor.....	29
4.1.1	Rasio Pencampuran 90 : 10	30
4.1.2	Rasio Pencampuran 80 : 20	30
4.1.3	Rasio Pencampuran 70 : 30	31
4.1.4	Rasio Pencampuran 60 : 40	32
4.1.5	Rasio Pencampuran 50 : 50	32
4.2	Pengaruh Variasi Campuran Biobriket Limbah Kulit Kedelai Berbahan Dasar Sekam Padi Terhadap Laju Pembakaran.....	34
4.2.1	Upaya Laju Pembakaran.....	34
4.3	Hasil Pengujian Kualitas Biobriket	37
4.3.1	Kriteria Uji.....	37
4.3.2	Ukuran Biobriket	38
4.4	Analisis dan Pembahasan	39
Bab 5	Penutup.....	41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	42
	Daftar Pustaka	43
	Lampiran.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3- 1 Alat yang Digunakan	11
Tabel 3- 2 Bahan yang Digunakan	15
Tabel 3- 3 Proses Karbonisasi Sekam Padi	19
Tabel 3- 4 Proses Karbonisasi Kulit Kedelai.....	20
Tabel 3- 5 Rasio Perbandingan Variasi Campuran	23
Tabel 4- 1 Nilai Kalor Biobriket dengan Rasio Pencampuran 90:10	30
Tabel 4- 2 Nilai Kalor Biobriket dengan Rasio Pencampuran 80:20	31
Tabel 4- 3 Nilai Kalor Biobriket dengan Rasio Pencampuran 70:30	31
Tabel 4- 4 Nilai Kalor Biobriket dengan Rasio Pencampuran 60:40	32
Tabel 4- 5 Nilai Kalor Biobriket Dengan Rasio Pencampuran 50:50	33
Tabel 4- 6 Hasil Pengujian Laju Pembakaran Biobriket	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Proses Pencetakan Biobriket	9
Gambar 3 - 1 Alur Penelitian.....	10
Gambar 3 - 2 Bahan Baku Biobriket	17
Gambar 3 - 3 Proses Karbonisasi	19
Gambar 3 - 4 Proses Penggilingan Arang	20
Gambar 3 - 5 Pencampuran Bahan Baku.....	21
Gambar 3 - 6 Pencampuran Bahan Baku Dengan Perekat	22
Gambar 3 - 7 Pencampuran Air Mendidih;	22
Gambar 3 - 8 Penggilingan Adonan	23
Gambar 3 - 9 Alat Cetak Biobriket;	24
Gambar 3 - 10 Pengeringan Biobriket.....	25
Gambar 4 - 1 Biobriket Limbah Kulit Kedelai.....	29
Gambar 4 - 2 Rasio Pencampuran 90 : 10	30
Gambar 4 - 3 Rasio Pencampuran 80 : 20	30
Gambar 4 - 4 Rasio Pencampuran 70 : 30	31
Gambar 4 - 5 Rasio Pencampuran 60 : 40	32
Gambar 4 - 6 Rasio Pencampuran 50 : 50	32
Gambar 4 - 7 Pengujian Laju Pembakaran.....	34
Gambar 4 - 8 Uji Biobriket Mudah Dinyalakan	37
Gambar 4 - 9 Uji Biobriket Berasap.....	38
Gambar 4 - 10 Ukuran Biobriket.....	38
Gambar 4 - 11 Grafik Rata-rata Nilai Kalor Biobriket.....	39
Gambar 4 - 12 Grafik Rata-rata Laju Pembakaran.....	40

DAFTAR NOTASI

m	= Massa	(g)
t	= Waktu Pembakaran	(s)
Q	= Nilai Kalor	(Kal/g)
M_a	= Massa Awal Biobriket	(g)
M_b	= Massa Akhir Biobriket	(g)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan adanya pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat serta perkembangan pada sektor industri yang semakin maju, maka kebutuhan dan konsumsi akan sumber daya alam juga semakin meningkat. Semakin meningkat populasi manusia berarti juga akan berdampak pada peningkatan kebutuhan energi sebagai penunjang untuk berbagai aspek dalam kehidupan. Banyaknya aktivitas manusia yang bergantung kepada energi akan berdampak pada permintaan terhadap sumber daya alam, seperti minyak bumi yang terus melonjak. Namun, peningkatan konsumsi ini tidak sejalan dengan ketersediaan cadangan sumber daya alam yang terbatas.

Penurunan cadangan sumber daya alam ini memiliki dampak langsung pada harga minyak bumi di pasar global. Harga yang kian melonjak ini menjadi suatu tantangan yang besar, terutama bagi sebagian masyarakat Indonesia yang berasal dari golongan ekonomi menengah ke bawah. Hal ini mengakibatkan kenaikan harga energi memberikan tekanan ekonomi yang tergolong cukup berat. Dengan demikian, situasi ini menciptakan urgensi untuk menemukan solusi inovatif yang berkelanjutan. Dalam konteks ini, biomassa muncul sebagai salah satu alternatif energi terbarukan yang memiliki potensi besar sebagai pengganti sebagian kebutuhan energi dari sumber daya fosil. Pemanfaatan biomassa tidak hanya memberikan solusi agar dapat mengurangi ketergantungan minyak bumi, namun juga membantu dalam mengatasi permasalahan limbah organik.

Penggunaan teknologi yang tepat, biomassa dapat diolah menjadi energi ramah lingkungan berkelanjutan dan terjangkau. Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam yang berpotensi untuk menghasilkan energi alternatif terbarukan. Jumlah biomassa tahunan yang dicapai sebesar 146,7 juta ton. Pada tahun 2020 potensi biomassa yang dihasilkan dari sampah diperkirakan mencapai 53,7 juta ton. (Sulasminingsih et al., 2023).

Solusi energi alternatif dekarbonisasi berbahan bakar batubara yang diaktifkan kembali oleh beberapa negara dikarenakan krisis global yaitu energi biomassa (Maharani & Febrina, 2024). Limbah pertanian dan agroindustri seperti kulit kedelai dan sekam padi merupakan suatu produk sampingan yang melimpah di negara-negara agraris seperti Indonesia. Kulit kedelai yang dihasilkan dalam jumlah besar dari industri tahu dan tempe, adapun sekam padi yang berasal dari proses penggilingan padi yang memiliki potensi ekonomi dan berkelanjutan apabila dapat dikelola secara optimal.

Salah satu solusi inovatif adalah dengan mengolah kulit kedelai dan sekam padi menjadi biobriket. Kedelai dan bungkil kedelai merupakan perkembangan industri pakan serta pangan yang menyebabkan permintaan dunia terus meningkat. Produksi di beberapa negara berupaya ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta ekspor (Swastika, 2022). Dalam pembuatan biobriket, parameter penting untuk menentukan mutu yang baik dari biobriket salah satunya adalah nilai kalor. Semakin tinggi nilai kalor, semakin baik biobriket yang diproduksi. Disisi lain, pengaruh variasi campuran dua jenis bahan baku (bahan baku utama dan campuran) dengan komposisi 50 : 50 dan 90 : 10 terhadap nilai kalor akan menimbulkan hasil nilai kalor yang tinggi pada campuran 50 : 50. Hal tersebut bisa terjadi karena semakin banyak rasio pencampuran bahan baku campuran mempengaruhi nilai kalor biobriket yang dibuat. (Nurhilal & Suryaningsih, 2018)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi campuran terhadap nilai kalor dan laju pembakaran dari biobriket kulit kedelai berbahan dasar sekam padi?
2. Berapa campuran yang optimal antara sekam padi dan kulit kedelai untuk menghasilkan nilai kalor tertinggi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah sebagai berikut :

1. Bahan dasar yang digunakan merupakan sekam padi, kulit kedelai sebagai variasi campuran dan tepung tapioka sebagai perekat.
2. Rasio komposisi campuran arang sekam padi berbanding kulit kedelai 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50 dari massa total adonan biobriket 400 gram.
3. Perekat yang digunakan sebesar 40 gram dan air 240 mililiter.
4. Parameter yang diukur adalah besaran nilai kalor menggunakan alat uji *Bomb Calorimeter* dan laju pembakaran menggunakan *Stopwatch*.
5. Biobriket berbentuk kotak yang memiliki dimensi 3 x 2,5 x 2,5 cm.
6. Proses karbonisasi menggunakan proses pengarangan terbuka.
7. Proses pengeringan menggunakan metode didiamkan ditempat yang bebas dari sinar matahari serta diangin-anginkan agar lebih cepat kering.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk membuat biobriket limbah kulit kedelai berbahan dasar sekam padi sebagai bahan bakar alternatif.
2. Untuk mendapatkan variasi campuran sekam padi dan kulit kedelai paling optimal untuk menghasilkan nilai kalor sesuai standar SNI 01-6235-2000.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat menciptakan bahan bakar alternatif dan dapat memanfaatkan limbah menjadi sumber energi terbarukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan yaitu sebagai berikut :

BAB 1 : Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

BAB 2 : Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan tentang dasar teoritis yang dipergunakan dalam melakukan penelitian.

BAB 3 : Metode Penelitian

Bab ini membahas tentang metode yang dipergunakan dalam melakukan penelitian atau langkah kerja yang digunakan dalam penelitian.

BAB 4 : Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang tugas khusus berupa analisis data dan hasil dari penelitian tentang variasi campuran limbah kulit kedelai terhadap nilai kalor dan laju pembakaran biobriket berbahan dasar sekam padi.

BAB 5 : Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari pelaksanaan penelitian yang didapatkan serta kesimpulan keseluruhan dari hasil pelaksanaan Tugas Akhir.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Limbah pertanian dan agroindustri seperti kulit kedelai dan sekam padi merupakan suatu produk sampingan yang melimpah di negara-negara agraris seperti Indonesia. Kulit kedelai yang dihasilkan dalam jumlah besar dari industri tahu dan tempe, adapun sekam padi yang berasal dari proses penggilingan padi yang memiliki potensi ekonomi dan berkelanjutan apabila dapat dikelola secara optimal. Limbah biomassa dan sampah organik dapat menjadi salah satu sumber energi alternatif (Rusman et al., 2023). Berbagai potensi limbah biomassa seperti sekam padi, batok kelapa, ampas tebu, serbuk gergaji, kotoran hewan, dan lainnya telah digunakan sebagai biobriket. Biobriket dibuat dari arang biomassa baik berupa bagian yang sengaja dijadikan sebagai bahan baku biobriket atau residu limbah proses produksi/pengolahan agroindustri (Firmansyah, 2024).

Pada tahun 2019 produksi beras mencapai 31,31 juta ton. Pada tahun 2020 menjadi 31,36 juta ton dan tahun 2021 sebesar 31,33 ton. Dengan meningkatnya produksi beras, maka menghasilkan peningkatan produk sampingan berupa sekam padi. Sekam padi yang dihasilkan sebanyak 20-30% dari penggilingan bulir padi yang nantinya menjadi beras (Ferdiansyah et al., 2023). Sedangkan pada rata-rata produktivitas kedelai tahun 2021 sebanyak 16,70 kuintal/hektar. Pada tahun 2021 berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), pulau jawa memiliki rata-rata jumlah produksi lebih tinggi dibandingkan rata-rata jumlah produksi diluar jawa (Anggraini et al., 2024).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Nurgesang & Fauzie (2023) didapatkan hasil bahwa nilai kalor limbah kulit kedelai sebagai dasar pembuatan biobriket dengan hasil pengujian menunjukkan nilai kalor pada masing-masing tekanan sebesar 5542.10 kal/g, 5520.05 kal/g, dan 5569.97 kal/g. Dengan laju pembakaran masing-masing penekanan sebesar 0.00464 g/derik, 0.00433 g/detik, dan 0.00410 g/detik. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Cahyono (dalam Rifay, 2021) yang meneliti terkait pembuatan biobriket dengan komposisi kulit kacang

dan sekam padi, dengan komposisi campuran bahan 70% arang kulit kacang dan 30% sekam padi, diperoleh hasil nilai kalor sebanyak 5834,60 kal/g. Adapun penelitian menurut Anggraini et al., (2024) menunjukkan bahwa biobriket dari kulit ari kedelai dan kulit durian telah memenuhi SNI 01-6235-2000 yang menghasilkan kalor sebesar 5444 kal/g, nilai kadar air sebesar 4,9%, dan 6,89% nilai kadar abu. Hasil penelitian lain yaitu penelitian dari Patabang (2012) diperoleh hasil bahwa nilai kalor dari biobriket arang sekam padi sebesar 2789 kal/g.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Biomassa

Biomassa merupakan suatu energi terbarukan yang berasal dari senyawa organik seperti residu atau limbah pertanian, kayu, limbah perkebunan, dan sisa komponen organik baik dari sektor industri maupun rumah tangga. Biomassa berasal dari organisme hidup. Biomassa merupakan suatu sumber energi terbarukan yang berasal dari tanaman atau limbah yang dapat digunakan dengan atau tanpa proses terlebih dahulu (Fauzie, 2019). Limbah biomassa dan sampah organik dapat menjadi salah satu sumber energi alternatif (Rusman et al., 2023). Energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari alam dan dapat digunakan secara bebas karena ketersediaannya berlanjut. Energi terbarukan khususnya biomassa dapat dimanfaatkan sebagai pasokan bahan bakar minyak dan gas (Primadanty, 2024).

Menurut Pramudiyanto & Suedy (2020) menyatakan bahwa energi biomassa dapat mengurangi ketergantungan terhadap energi berbahan fosil dan mengurangi efek rumah kaca karena tidak memiliki emisi karbon. Indonesia memiliki potensi menghasilkan energi biomassa sebanyak 146,7 juta ton per tahun (setara 470 GJ/tahun). Energi biomassa adalah salah satu sumber energi organik yang dihasilkan melalui proses pengolahan alami. Biomassa memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan dalam jangka panjang dan dapat menjadi sumber energi alternatif bagi energi berbasis fosil yang kian menipis.

2.2.2 Biobriket

Biobriket merupakan bahan bakar yang terbuat dari pengarangan biomassa pertanian sisa dari tahap produksi atau pengolahan agroindustri. (Lukman & Vegatama, 2023). Biobriket dapat meningkatkan nilai tambah hasil pertanian. Berbagai potensi limbah biomassa seperti sekam padi, batok kelapa, ampas tebu, serbuk gergaji, kotoran hewan, dan lainnya telah digunakan sebagai biobriket. Biobriket merupakan bahan bakar alternatif yang berasal dari limbah pertanian yang telah melalui proses pembuatan berbentuk menyerupai arang (Masthura, 2019). Menurut Setiawan et al, (dalam Nurgesang & Fauzie, 2023) menyebutkan

bahwa biobriket memiliki banyak kelebihan diantaranya mempunyai nilai panas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan arang kayu, memiliki aroma yang alami, tidak memiliki bau, serta tahan lama dibandingkan dengan arang kayu biasa.

2.2.3 Syarat Biobriket

Syarat biobriket menurut Fachry (2010) menjelaskan bahwa biobriket yang baik yaitu memiliki permukaan yang halus serta tidak meninggalkan bekas hitam di tangan. Syarat biobriket yang baik mempunyai kriteria diantaranya tidak mengeluarkan asap, mudah dinyalakan, dan menunjukkan upaya laju pembakaran (waktu, laju pembakaran, serta suhu pembakaran) yang baik.

Adapun syarat biobriket yang baik menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-6235-2000) nilai kalor diharuskan melebihi 5000 Kal/gram (dalam Iriany et al., 2023). Menurut Widodo & Asmiani (2019) menyatakan bahwa biobriket juga mempunyai suatu keunggulan jika dilihat dari segi ekonomis karena mudah dibuat dan mempunyai nilai kalor tinggi. Nilai kalor merupakan jumlah panas yang telah ditimbulkan atau dihasilkan oleh suatu gram bahan bakar dengan satuan kalor (Wicaksono, 2023). Tujuan dari adanya pengujian nilai kalor yaitu untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang telah dihasilkan oleh biobriket.

Nilai kalor juga dijadikan sebagai parameter kualitas yang penting dalam biobriket. Jika semakin tinggi nilai kalor pada biobriket, maka kualitas biobriket juga semakin baik. Nilai kalor bertujuan untuk mengetahui sejauh mana nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan oleh biobriket arang yang dapat menjadi parameter mutu terpenting pada briket arang sebagai bahan bakar.

Pengujian pada lama api dilakukan agar dapat mengetahui lamanya waktu biobriket habis hingga menjadi abu. Pengujian lama api dilakukan dengan cara biobriket dibakar seperti pembakaran terhadap arang. Adapun pencatatan waktu dimulai pada saat biobriket menyala hingga biobriket telah menjadi abu. Pengukuran pada nyala api ini menggunakan *stopwatch* (Kambey et al., 2022).

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran yaitu :

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{m}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

m = massa biobriket terbakar (gram)

t = waktu pembakaran (detik)

2.2.4 Proses Pencetakan Biobriket

Proses pencetakan biobriket merupakan proses pengolahan yang dimulai dengan cara penggerusan, mencampur bahan baku, pencetakan serta mengeringkan sehingga diperoleh produk biobriket yang memiliki bentuk, ukuran dan sifat tertentu Hasjim (1991) dalam (Fachry et al., 2010). Proses pengolahan bahan baku material biobriket melewati beberapa tahapan seperti pengarangan (karbonisasi), penghalusan (*grinding*), pencampuran semua bahan baku (*mixing*), dan pencetakan menggunakan cetakan yang diaplikasikan pada alat giling biobriket. Pencetakan biobriket menggunakan alat giling yang digunakan tersebut sudah diberi penanda agar setiap briket memiliki dimensi ukuran yang sama. Namun, tekstur dan sifat biobriket akan berbeda dikarenakan adanya variasi campuran kulit kedelai setiap adonan biobriket yang dibuat dari bahan dasar sekam padi. Biobriket dikeringkan dengan cara diangin-anginkan tanpa bantuan sinar matahari. Gambar 2-1 merupakan proses pencetakan biobriket.

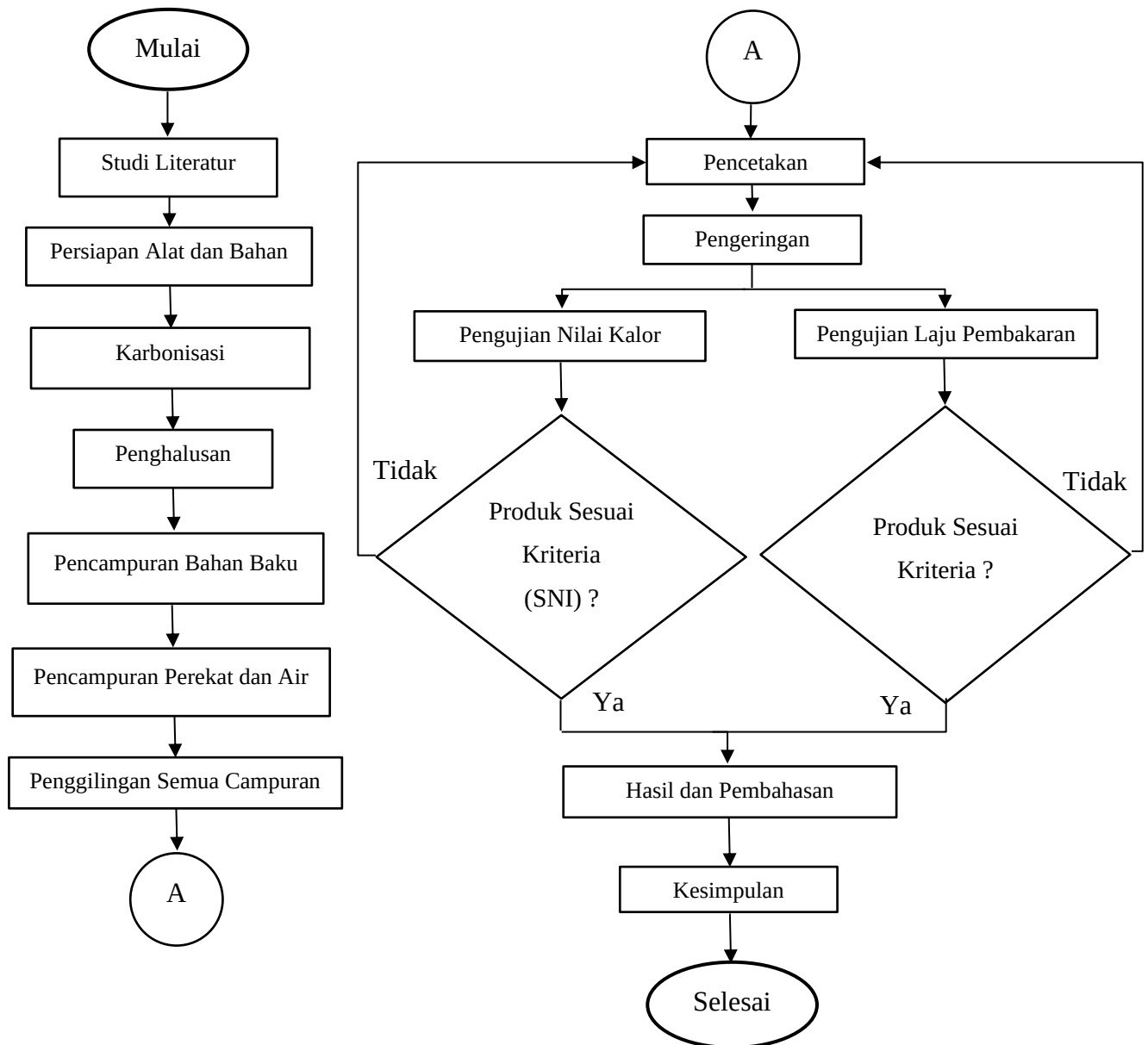


Gambar 2- 1 Proses Pencetakan Biobriket

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3 - 1 Alur Penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian beserta fungsi dan gambarnya ditunjukkan pada tabel 3-1 dan tabel 3-2.

Tabel 3- 1 Alat yang Digunakan

No	Alat	Fungsi	Gambar
1	Kompor Oli	Digunakan untuk memanaskan wajan yang membuat sekam padi dan kulit kedelai menjadi arang	
2	Alat Giling	Digunakan untuk menggiling kedua bahan baku biobriket serta mencampur adonan biobriket	
3	Gelas Ukur	Digunakan untuk menakar air yang akan dipanaskan dan dituangkan ke adonan biobriket	

No	Alat	Fungsi	Gambar
4	Pisau Potong	Digunakan untuk memotong biobriket yang sudah dicetak	
5	Timbangan Digital	Digunakan untuk menimbang semua bahan baku biobriket	
6	Wajan	Digunakan untuk memanaskan dan membuat kedua bahan baku biobriket menjadi arang	
7	Pengaduk Besi	Digunakan untuk mengaduk bahan baku yang sedang dibuat menjadi arang	

No	Alat	Fungsi	Gambar
8	Pengaduk Kayu	Digunakan untuk mengaduk adonan yang dibuat	
9	Alat Cetak Biobriket	Digunakan untuk mencetak biobriket agar menjadi bentuk balok	
10	Clamp F	Digunakan untuk menahan pengunci yang menahan alat cetak biobriket pada ujung alat giling	
11	Panci	Digunakan untuk merebus air yang akan digunakan melarutkan perekat yang sudah tercampur diadonan biobriket	

No	Alat	Fungsi	Gambar
11	Kompore Portable dan Gas Portable	Digunakan untuk memanaskan air agar mendidih dan menjadi pelarut adonan agar perekat bekerja dengan baik pada campuran biobriket	
11	Penampung Adonan Biobriket	Digunakan untuk menampung bahan baku, perekat dan air. Kemudian, dicampur serta diaduk agar menjadi campuran yang merata	
12	Timbangan Padi	Digunakan untuk menimbang bahan baku sekam padi dan kulit kedelai agar sesuai dengan massa yang direncanakan saat proses karbonisasi	
13	Ember Besar	Digunakan untuk menampung bahan baku sekam padi dan kulit kedelai serta digunakan untuk menimbang kedua bahan baku tersebut sebelum proses	

No	Alat	Fungsi	Gambar
		karbonisasi dan setelah karbonisasi	
14	Atap Seng Bekas	Digunakan untuk mendinginkan bahan baku arang sekam padi dan arang kulit kedelai yang masih panas setelah proses karbonisasi	

Tabel 3- 2 Bahan yang Digunakan

No	Bahan	Fungsi	Gambar
1	Sekam Padi	Bahan baku utama pada biobriket yang masih mentah dan belum menjadi arang	
2	Kulit Kedelai	Bahan baku campuran pada biobriket yang masih mentah dan belum menjadi arang	

No	Bahan	Fungsi	Gambar
3	Arang Sekam Padi	Bahan baku utama pada biobriket dan sudah menjadi serbuk karbon	
4	Arang Kulit Kedelai	Bahan baku utama pada biobriket dan sudah menjadi serbuk karbon	
5	Perekat/Tepung Tapioka	Bahan serbuk yang digunakan untuk merekatkan material serbuk karbon yang akan dicetak menjadi biobriket	
6	Air	Zat cair panas 100°C yang digunakan untuk melarutkan perekat agar bisa berfungsi maksimal pada adonan biobriket	

3.3 Proses Pembuatan Biobriket

3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan

Bahan baku utama biobriket yang digunakan yaitu limbah sekam padi, didapatkan pada penggilingan padi milik Bapak Wiwit yang berlokasi di Desa Ungaran, Kecamatan Kutowinangun, Kabupaten Kebumen. Limbah kulit kedelai didapatkan dalam keadaan kering dan sudah dijemur, untuk digunakan sebagai variasi campuran biobriket. Limbah kulit kedelai tersebut didapatkan disalah satu rumah produsen tempe di Desa Ungaran, Kecamatan Kutowinangun, Kabupaten Kebumen. Sedangkan, tepung tapioka digunakan sebagai bahan perekat bahan biobriket didapatkan dari warung sembako yang berlokasi di Pasar Ungaran, Kecamatan Kutowinangun, Kabupaten Kebumen. Gambar 3 – 2 menunjukkan pengumpulan limbah yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biobriket.



Gambar 3 - 2 (a) Limbah Sekam Padi; (b) Limbah Kulit Kedelai

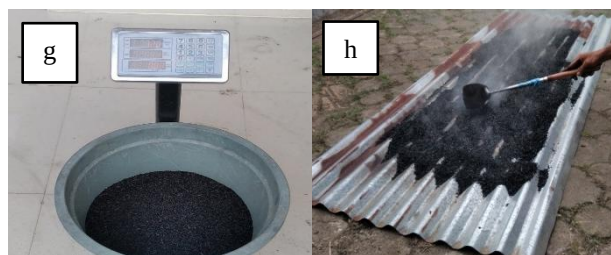
3.3.2 Pengarangan (Karbonisasi)

Proses pengarangan atau karbonisasi merupakan proses penguraian senyawa organik menjadi bentuk karbon. Metode yang dilakukan adalah proses pengarangan terbuka. Sebelum melakukan proses pengarangan, bahan baku ditimbang terlebih dahulu. Proses pengarangan terbuka dipilih dalam penelitian ini dikarenakan biaya yang dikeluarkan murah, memakai alat sederhana, serta mudah dalam pengerjaannya. Proses pengarangan yang dilakukan memiliki waktu yang variatif, sekitar kurang lebih 15 hingga 50 menit tergantung kondisi api yang dikeluarkan kompor oli yang digunakan. Hal ini dapat diketahui karena pada saat pengarangan, digunakan *stopwatch* untuk menghitung waktu. Kompor oli berbahan

oli bekas yang digunakan kadang kala oli yang didapatkan dari bengkel-bengkel sekitar terkandung gram besi motor serta air hujan. Adanya air dalam oli disebabkan, tempat penyimpanan oli hanya diletakkan disamping bengkel dan diarea luar ruangan, bisa saja terguyur air hujan atau embun dipagi hari.

Proses pengarangan memiliki tujuan untuk mengubah bahan baku utama yaitu sekam padi serta bahan baku campuran yaitu kulit kedelai menjadi hitam legam keseluruhan. Perlu diperhatikan dalam proses pengarangan bahwasanya proses yang dilakukan cukup kedua bahan baku tersebut menjadi hitam seperti arang, tidak sampai material menjadi abu putih. Proses pengarangan yang dilakukan dengan cara memanaskan diatas wajan yang dipanaskan serta selama pengarangan ini dilakukan pengadukan secara terus menerus hingga bahan baku menjadi karbon. Massa mula-mula sebelum dilakukan pengarangan dengan massa akhir setelah dilakukan pengarangan sangatlah berbeda jauh, ini dikarenakan menyusutnya bahan baku dan terlepasnya kadar air sehingga kadar air berkurang drastis akibat dipanaskan. Setelah material menjadi karbon, arang sekam padi dan kulit kedelai kemudian diangin-anginkan diatas plat besi (seng atap rumah bekas) hingga arang menjadi dingin dan tidak menyimpan kalor/panas. Apabila masih panas dan tidak diangin-anginkan, maka proses pengarangan masih berlanjut dan bisa menyebabkan bahan baku menjadi abu pada bagian bawah bahan baku. Proses pembuatan arang ditunjukkan pada gambar 3 – 3.





Gambar 3 - 3 (a) Penimbangan Massa Awal; (b) Pengarangan; (c) Menghidupkan *Stopwatch*; (d) Pengadukan; (e) Bahan Baku Mulai Menghitam; (f) Bahan Baku menjadi Arang; (g) Pendinginan Arang; (h) Penimbangan Massa Akhir

Dari total sekam padi tersebut, dibagi menjadi 10 kali proses pengarangan. Setiap proses pengarangan, massa sekam padi yang dipakai mula-mula adalah 2,5 Kg sebelum dilakukan pengarangan. Setelah dilakukan pengarangan, digunakan timer untuk menghitung waktu pengarangan hingga menjadi arang seluruhnya. Kemudian, dihitung kembali massa bahan baku sekam padi yang sudah menjadi arang. Hal ini bisa dilihat pada tabel 3-3.

Tabel 3- 3 Proses Karbonisasi Sekam Padi

No.	Percobaan Ke-	Massa (Kg)		Waktu (menit)
		Sebelum Pengarangan	Sesudah Pengarangan	
1.	1	2,5	0,9	40,15
2.	2	2,5	1,3	37,4
3.	3	2,5	1,25	35,3
4.	4	2,5	1,5	47,19
5.	5	2,5	1,6	49,15
6.	6	2,5	1,55	39,3
7.	7	2,5	1,5	32,31
8.	8	2,5	1,15	31,11
9.	9	2,5	1,35	22,34
10.	10	2,5	1,15	16
JUMLAH		25	13,25	350,25
Rata-rata		2,5	1,325	35,02

Massa bahan baku untuk variasi campuran yaitu kulit kedelai yang dipakai sebanyak 10 Kg. Dari total kulit kedelai tersebut, dibagi menjadi 4 kali proses pengarangan. Setiap proses pengarangan, massa kulit kedelai yang dipakai mula-mula adalah 2,5 Kg sebelum dilakukan pengarangan. Setelah dilakukan

pengarangan, digunakan stopwatch/timer untuk mengitung waktu pengarangan hingga menjadi arang seluruhnya. Kemudian, dihitung kembali massa bahan baku untuk variasi campuran yang sudah menjadi arang seperti pengarangan sekam padi diatas. Hal ini bisa dilihat pada tabel 3-4.

Tabel 3- 4 Proses Karbonisasi Kulit Kedelai

No.	Percobaan Ke-	Massa (Kg)		Waktu (menit)
		Sebelum Pengarangan	Sesudah Pengarangan	
1.	1	2,5	1,05	37,02
2.	2	2,5	1,4	36,14
3.	3	2,5	1,2	34,25
4.	4	2,5	1,3	35,06
JUMLAH		10	4,95	142,47
Rata-rata		2,5	1,23	35,61

3.3.3 Pembuatan Serbuk

Bahan baku utama yaitu sekam padi dan bahan baku campuran yaitu kulit kedelai yang telah menjadi arang dan melalui proses pengarangan, tahap selanjutnya digiling (*grinding*) menjadi halus. Pada tahap penggilingan, bahan baku tersebut digiling sebanyak dua kali sehingga bahan baku menjadi seragam dan menjadi ukuran butir-butir kecil seperti tepung atau serbuk serta dilakukan tahap penyaringan. Penyaringan tersebut memiliki tujuan agar bahan baku bisa benar-benar seragam seperti tepung arang. Gambar 3 - 4 menunjukkan proses penggilingan bahan baku menjadi serbuk/tepung karbon dari bahan baku utama yaitu sekam padi dan bahan baku campuran yaitu kulit kedelai.



Gambar 3 - 4 (a) Penggilingan Arang; (b) Serbuk Arang

3.3.4 Pencampuran Bahan Baku Utama dan Campuran

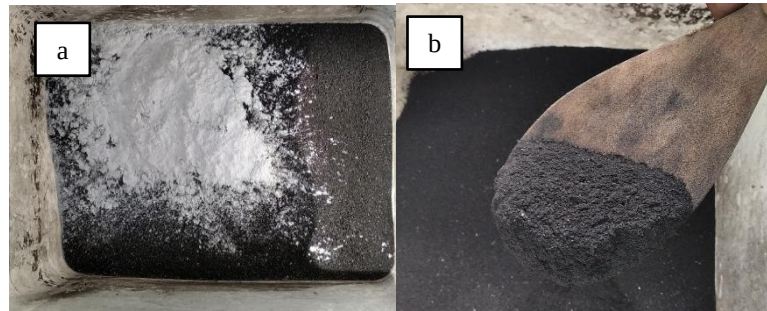
Pencampuran bahan baku utama dan campuran merupakan proses mencampur kedua bahan baku yaitu arang sekam padi dengan arang kulit kedelai. Pencampuran ini dilakukan dengan ketentuan rasio perbandingan massa yang sudah ditentukan sesuai takaran yang sudah dibuat. Tujuan dari pencampuran ini agar mendapatkan adonan yang sama yaitu serbuk arang sekam padi dan arang kulit kedelai menjadi satu kesatuan. Gambar 3 - 5 menunjukkan proses pencampuran bahan baku utama sekam padi dengan bahan baku campuran arang kulit kedelai.



Gambar 3 - 5 Pencampuran Bahan Baku

3.3.5 Pencampuran Serbuk Arang Dengan Perekat dan Air

Pencampuran pada tahap ini yaitu mencampur bahan baku serbuk berupa arang sekam padi dan arang kulit kedelai dengan perekat berupa tepung tapioka. Pencampuran pada tahap ini dilakukan dengan rasio perbandingan massa yang sudah ditentukan. Pencampuran ini dilakukan dengan cara mengaduk adonan serbuk arang dengan perekat. Tujuannya adalah untuk mendapatkan adonan yang tercampur merata dengan perekat sebelum air dituangkan pada campuran ini. Hal tersebut bertujuan agar adonan atau campuran tidak menggumpal karena perekat tidak hanya menempati satu bagian saja, akan tetapi perekat menyebar keseluruhan bagian serbuk arang, Gambar 3 – 6 menunjukkan proses pencampuran perekat dengan serbuk arang yang berupa serbuk arang sekam padi dan arang kulit kedelai.



Gambar 3 - 6 (a) Pencampuran Perekat/Tepung Tapioka; b)
Pengadukan Campuran

Setelah perekat tercampur merata dengan serbuk arang yang berupa serbuk arang sekam padi dan arang kulit kedelai, air dimasukkan kedalam campuran tersebut. Perlu diperhatikan bahwasanya saat mencampur, air yang digunakan diharuskan mendidih. Ini bertujuan agar perekat berupa tepung tapioka bisa merekatkan serbuk arang dengan sempurna. Apabila tidak menggunakan air mendidih, campuran serbuk arang dengan perekat hanya akan menjadi cair dan campuran tersebut tidak bisa menjadi kalis atau sedikit padat. Hal ini disebabkan karena tidak menggunakan air yang mendidih. Gambar 3- 7 menunjukkan air yang mendidih dan adonan yang sudah dicampur dengan air. Pencampuran dengan air mendidih tersebut juga dilakukan dengan takaran yang sudah ditentukan yaitu 240 gram air untuk 40 gram perekat dan serbuk karbon sebanyak 400 gram. Rasio pencampuran air dengan serbuk arang dan perekat tersebut menghasilkan adonan yang tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah.



Gambar 3 - 7 (a) Pencampuran Air Mendidih;
(b) Adonan Basah

Pada tabel dibawah ini merupakan tabel rasio perbandingan variasi campuran antara sekam padi (SP), kulit kedelai (KK), perekat (P) dan air. Total

jumlah campuran serbuk arang (sekam padi dan kulit kedelai) sebanyak 400 gram dan dilakukan 5 proses pencampuran yang memiliki rasio perbandingan seperti pada tabel 3-5. Untuk total perekat dan air pada setiap proses pencampuran adalah 40 gram dan 240 gram.

Tabel 3- 5 Rasio Perbandingan Variasi Campuran

No.	Rasio Perbandingan SP dan KK (%)	SP (gr)	KK (gr)	P (gr)	Air (gr/ml)
1.	90 : 10	360	40	40	240
2.	80 : 20	320	80	40	240
3.	70 : 30	280	120	40	240
4.	60 : 40	240	160	40	240
5.	50 : 50	200	200	40	240

3.3.6 Pencampuran Semua Adonan

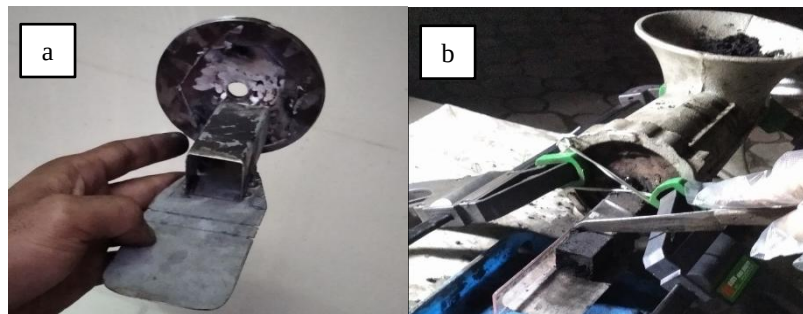
Pada tahap pencampuran semua adonan adalah penggilingan pada alat giling Kembali. Pada tahap ini bertujuan agar semua campuran menjadi kalis/padat dan tercampur merata dengan baik, antara bahan baku dengan perekat dan air. Proses pencampuran dengan alat giling tersebut dilakukan sebanyak 1 kali. Gambar 3 - 8 menunjukkan pencampuran dengan menggunakan alat giling.



Gambar 3 - 8 Penggilingan Adonan

3.3.7 Pencetakan

Proses pencetakan biobriket dilakukan menggunakan alat cetak yang dipasangkan pada ujung output alat giling. Bahan biobriket yang telah menjadi adonan tersebut dimasukan kembali kedalam alat giling dan dilakukan seperti penggilingan sebelumnya. Namun, pada proses ini tidak dilakukan proses penggilingan kembali seperti saat mencampur semua adonan bahan baku dengan perekat, melainkan mencetak dengan alat yang dipasangkan pada ujung alat giling. Ukuran cetakan biobriket yang dibuat memiliki dimensi 2,5 x 2,5 cm menggunakan besi hollow dan panjang yang diharapkan pada pencetakan biobriket adalah 3 cm. Biobriket yang keluar dari alat cetak besi hollow akan dipotong dengan pisau potong agar sesuai dengan dimensi panjang yang diinginkan. Untuk alat cetak biobriket yang dipasangkan pada alat giling dan pemotongan biobriket ditunjukkan pada gambar 3 – 9.



Gambar 3 - 9 (a) Alat Cetak Biobriket;
(b) Pemotongan Biobriket

3.3.8 Pengeringan

Setelah biobriket dicetak, proses selanjutnya adalah dengan cara mengeringkan biobriket yang sudah dibuat. Metode pengeringan yang digunakan adalah dengan cara mendiamkan pada suhu ruangan tanpa bantuan sinar matahari. Pengeringan dengan metode ini digunakan agar biobriket menjadi keras dan padat dengan sendirinya. Hal tersebut untuk mencegah biobriket yang sudah dicetak agar tidak terjadi retakan pada permukaan biobriket. Retakan yang dimaksudkan dikarenakan penyusutan kandungan air yang ada dalam biobriket secara drastis apabila dilakukan proses pengeringan dibawah terik sinar matahari secara langsung

dan berkelanjutan. Proses pengeringan ini berlangsung selama 5 x 24 jam hingga biobriket menjadi keras dan padat tanpa adanya retakan atau pecah pada permukaan luar. Kandungan air dalam biobriket akan menguap secara perlahan dan disisi lain proses ini menyebabkan biobriket mengeras dengan sendirinya. Gambar 3 - 10 menunjukan proses pengeringan biobriket dengan metode didiamkan dan diangin-anginkan.



Gambar 3 - 10 Pengeringan Biobriket

3.4 Parameter yang diuji

Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah nilai kalor dan laju pembakaran dari masing-masing rasio variasi campuran biobriket berbahan dasar sekam padi dengan kulit kedelai sebagai campuran dari biobriket yang dibuat. Pengujian nilai kalor dari biobriket ini dilakukan menggunakan *bomb calorimeter* dengan metode pengujian IKU/7.2/BC-01-Bomb-Calorimeter yang berada di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gajah Mada yang berlokasi di Jalan Kaliurang Kilometer 4. Sedangkan, untuk pengujian laju pembakaran dilakukan dengan metode pembakaran sederhana menggunakan kompor portabel serta menggunakan *stopwatch* sebagai parameter lama waktu pembakaran. Pengujian laju pembakaran dilakukan di Laboratorium Komposit Universitas Islam Indonesia yang berlokasi di Jalan Kaliurang Kilometer 14,5 Yogyakarta.

3.4.1 Pengujian Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor dari sampel yang diserahkan kepada petugas atau teknisi LPPT UGM memiliki durasi proses pengujian selama 1,5 bulan atau 6 minggu dari awal pengajuan sampel hingga hasil laboratorium diterbitkan. Berikut cara pengujian nilai kalor menggunakan alat *bomb calorimeter* (Sumber : LPPT UGM) :

1. Persiapan sampel

Biobriket arang sebelum diuji dihaluskan terlebih dahulu. Jika sampel basah, maka dilakukan pengeringan sampel dengan prosedur uji kadar air, yaitu :

- a. Menimbang krus kosong (A).
- b. Menimbang sampel homogen, memasukkan dalam krus porselen (B).
- c. Memanaskan dalam oven suhu 105 °C selama 3 jam hingga berat konstan.
- d. Memasukkan desikator, menimbang (C).

$$\text{Kadar Air} = \frac{(A+B)-C}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

2. Persiapan alat

- a. Menghidupkan *chiller* hingga suhu tercapai sesuai *Methode Dynamic* 25°C pada suhu 20°C.
- b. Mengatur tekanan oksigen yang masuk ke *decomposition vessel* ± 30 bar.
- c. Menghidupkan *Bomb Calorimeter*.
- d. Memilih *Methode Dynamic* 25°C, tunggu hingga suhu pendingin di dalam alat tercapai 20°C (suhu air pendingin yang direkomendasikan 12°C-23°C)
- e. Menimbang sampel yang akan diukur antara 0,2-1,1 g ; kemudian dicatat. Berat penimbangan disesuaikan dengan jenis biobriketnya agar terbakar semua.
- f. Menyiapkan *cotton twist* untuk penyalanya dengan menggulungnya dan memasangnya pada *ignition wire* yang terpasang pada *cover decomposition vessel*.
- g. Memasukkan sampel ke dalam krus
- h. Memasang krus pada *crucible holder* dan pastikan *cotton twist* menyentuh sampel
- i. Mengisi keterangan di *Sample Dialog Box* lalu klik OK, akan muncul *Tabel Bomb*

- j. Mengisi berat sampel pada *Weighed-in quant*.
Q extran 1 = 50 ; Q extran 2 = 0. Untuk *Sample Name* sudah tertulis otomatis dan mengisi *bomb cell* dengan angka 1
- k. Menempatkan *decomposition vessel* pada *filling head Bomb Calorimeter*.
- l. Klik Start, tunggu 15 menit hingga muncul nilai kalori sampel (pengujian alat selesai).
- m. Mengambil *decomposition vessel* setelah muncul perintah *Remove Bomb*.
- n. Menghilangkan tekanan dalam *decomposition vessel* dan bersihkan krus sampel.
- o. Mengeluarkan *decomposition vessel*, buang sisa gas oksigen dari dalam bomb sehingga habis seluruhnya Bilas permukaan bomb menggunakan aquadest, pindahkan ke dalam Erlenmeyer
- p. Mentitrasi hasil bilasan dengan larutan $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ 0,0709 N dengan menggunakan indikator merah metil.
- q. Mencatat volume titrasi.

3. Perhitungan :

Hasil yang keluar dari alat adalah nilai perhitungan dengan satuan Joule/gram dari kenaikan temperatur, berat sampel, *ignition* energi 70 J, dan koreksi *cotton twist* 50 J. Sedangkan untuk koreksi $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ perlu dilakukan perhitungan lanjutan.

$$1 \text{ kalori} = 4,1868 \text{ Joule}$$

Koreksi HNO_3 didapat dari hasil titrasi larutan $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ 0,0709 N

$$1 \text{ ml larutan } \text{Na}_2 \text{CO}_3 \text{ 0,0709N} \sim 1 \text{ kalori}$$

Konversi dari joule ke kalori $\rightarrow 1 \text{ kalori} = 4,1868 \text{ Joule}$

$$\text{Kalori sampel } \left(\frac{\text{kalori}}{\text{g}} \right) = \left(\text{Kalori hasil alat } \left(\frac{\text{J}}{\text{g}} \right) - (\text{koreksi } \text{HNO}_3 + \text{kalibrasi alat}) \right) \times \left(\frac{100 - \text{kadar air}}{100} \right) \times \left(\frac{1 \text{ kalori}}{4,1868 \text{ J}} \right) \dots\dots\dots(3)$$

3.4.2 Pengujian Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran merupakan pengujian untuk mengetahui lama waktu biobriket menyala sebagai bahan bakar. Pengujian laju pembakaran dilakukan *stopwatch* dan massa dari biobriket ditimbang menggunakan timbangan digital (Kambey et al., 2022). Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah :

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{M_a - M_b}{t} \dots\dots\dots(4)$$

Laju pembakaran = gr/s

M_a = Massa Awal Biobriket (gr)

M_b = Massa Akhir Biobriket (gr)

t = Waktu Pembakaran (s)

3.4.3 Pengujian Kualitas Biobriket

Biobriket yang baik memiliki beberapa syarat yaitu memiliki permukaan yang halus serta tidak meninggalkan bekas hitam ditangan. Biobriket digunakan sebagai bahan bakar harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Mudah menyala

Cara yang dilakukan adalah dengan menyulut api ke biobriket. Kemudian menghitung waktu yang dibutuhkan api menyalakan bagian biobriket yang dibakar.

2. Tidak menimbulkan asap

Proses lanjutan dari menyalakan api pada bagian biobriket yaitu memperhatikan asap yang dikeluarkan oleh biobriket yang telah menyala. Apabila biobriket mengeluarkan asap, maka dinyatakan biobriket tersebut memiliki kualitas kurang baik. Sebaliknya, apabila biobriket tidak mengeluarkan asap maka biobriket tersebut memiliki kualitas yang baik. Biobriket yang tidak mengeluarkan asap tersebut merupakan tujuan utama dari pembuatan biobriket yang ramah lingkungan, karena tidak menimbulkan emisi gas pembakaran.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Variasi Campuran Biobriket Limbah Kulit Kedelai Berbahan Dasar Sekam Padi Terhadap Nilai Kalor

Hasil pembuatan biobriket dapat dilihat pada gambar 4 - 1. Pada gambar tersebut menunjukkan pengaruh variasi campuran sekam padi dan kulit kedelai untuk pembuatan biobriket terhadap nilai kalor.



Gambar 4 - 1 Biobriket Limbah Kulit Kedelai
Berbahan Dasar Sekam Padi

Biobriket berbahan dasar sekam padi dengan variasi campuran kulit kedelai yang sudah jadi dan siap untuk dilakukan pengujian nilai kalor ditunjukkan pada gambar 4-1. Pada pengujian nilai kalor pada pembakaran biobriket menggunakan 5 variabel rasio percampuran yang berbeda. Masing-masing rasio percampuran dilakukan 3 kali pengujian nilai kalor. Namun, pada uji pertama dilakukan 2 kali pengujian nilai kalor. Kemudian, hasil pengujian dirata-rata agar mendapat nilai yang konkret untuk melihat nilai kalor pada saat pertama pengujian nilai kalor.

4.1.1 Rasio Pencampuran 90 : 10

Gambar 4 - 2 menunjukkan biobriket yang telah dibuat dengan variasi rasio pencampuran 90:10.



Gambar 4 - 2 Rasio Pencampuran 90 : 10

Untuk pengujian nilai kalor yang dilakukan pada rasio pencampuran ini dilakukan dengan 3 buah sampel pengujian yang dapat dilihat pada tabel 4-1.

Tabel 4- 1 Nilai Kalor Biobriket dengan Rasio Pencampuran 90:10

No.	Nama Sampel	Nilai Kalor (Kal/g)	Rata-rata (Kal/g)
1	90:10 U1	5.595,11	5.604,50
2	90:10 U2	5.582,93	
3	90:10 U3	5.635,47	

4.1.2 Rasio Pencampuran 80 : 20

Gambar 4 - 3 menunjukkan biobriket yang telah dibuat dengan variasi rasio pencampuran 80:20.



Gambar 4 - 3 Rasio Pencampuran 80 : 20

Pengujian nilai kalor yang dilakukan pada rasio pencampuran ini dilakukan dengan 3 buah sampel pengujian yang dapat dilihat pada tabel 4 - 2.

Tabel 4- 2 Nilai Kalor Biobriket dengan Rasio Pencampuran 80:20

No.	Nama Sampel	Nilai Kalor (Kal/g)	Rata-rata (Kal/g)
1	80:20 U1	5.793,59	5.808,39
2	80:20 U2	5.800,75	
3	80:20 U3	5.830,85	

4.1.3 Rasio Pencampuran 70 : 30

Gambar 4 - 4 menunjukkan biobriket yang telah dibuat dengan variasi rasio percampuran 70:30.



Gambar 4 - 4 Rasio Pencampuran 70 : 30

Pengujian nilai kalor yang dilakukan pada rasio pencampuran ini dilakukan dengan 3 buah sampel pengujian yang dapat dilihat pada tabel 4 - 3.

Tabel 4- 3 Nilai Kalor Biobriket dengan Rasio Pencampuran 70:30

No.	Nama Sampel	Nilai Kalor (Kal/g)	Rata-rata (Kal/g)
1	70:30 U1	5.937,01	5943,33
2	70:30 U2	5.931,88	
3	70:30 U3	5.961,26	

4.1.4 Rasio Pencampuran 60 : 40

Gambar 4 - 5 menunjukkan biobriket yang telah dibuat dengan variasi rasio pencampuran 60:40.



Gambar 4 - 5 Rasio Pencampuran 60 : 40

Pengujian nilai kalor yang dilakukan pada rasio pencampuran ini dilakukan dengan 3 buah sampel pengujian yang dapat dilihat pada tabel 4 - 4.

Tabel 4- 4 Nilai Kalor Biobriket dengan Rasio Pencampuran 60:40

No.	Nama Sampel	Nilai Kalor (Kal/g)	Rata-rata (Kal/g)
1	60:40 U1	5.975,95	5978,26
2	60:40 U2	6.013,81	
3	60:40 U3	5.945,02	

4.1.5 Rasio Pencampuran 50 : 50

Gambar 4 - 6 menunjukkan biobriket yang telah dibuat dengan variasi rasio pencampuran 50:50.



Gambar 4 - 6 Rasio Pencampuran 50 : 50

Pengujian nilai kalor yang dilakukan pada rasio pencampuran ini dilakukan dengan 3 buah sampel pengujian yang dapat dilihat pada tabel 4 - 5.

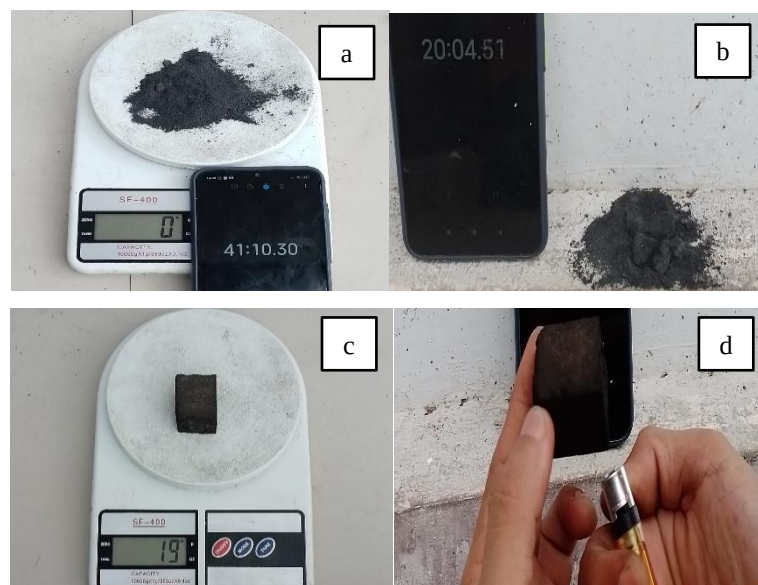
Tabel 4- 5 Nilai Kalor Biobriket Dengan Rasio Pencampuran 50:50

No.	Nama Sampel	Nilai Kalor (Kal/g)	Rata-rata (Kal/g)
1	50:50 U1	5.957,68	5968,18
2	50:50 U2	5.977,26	
3	50:50 U3	5.969,62	

4.2 Pengaruh Variasi Campuran Biobriket Limbah Kulit Kedelai Berbahan Dasar Sekam Padi Terhadap Laju Pembakaran

4.2.1 Upaya Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui pembakaran yang dilakukan efektif atau tidaknya. Langkah yang dilakukan untuk pengujian laju pembakaran dengan menimbang terlebih dahulu massa mula-mula biobriket. kemudian dilanjutkan dengan membakar salah satu sisi biobriket dan mulai mengaktifkan *stopwatch/timer*. Apabila biobriket telah menyala, langkah selanjutnya yaitu menunggu biobriket terbakar habis serta dilakukan pengamatan-pengamatan lain seperti nampak asap atau tidaknya serta bau arang terbakar atau tidaknya. Setelah biobriket terbakar seluruhnya, *stopwatch/timer* diberhentikan. Kemudian menunggu abu tidak terlalu panas lalu dipindahkan keatas timbangan digital untuk mengetahui massa akhir dari pembakaran biobriket. Gambar 4 – 7 menunjukkan proses pengujian laju pembakaran.



Gambar 4 - 7 (a) Penimbangan Massa Awal Spesimen; (b) Pembakaran Spesimen; (c) Menyalakan *Stopwatch*; (d) Penimbangan Massa Akhir Spesimen

Berikut ini merupakan tabel 4 - 6 yang menunjukkan upaya laju pembakaran pada biobriket dengan rasio pencampuran 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 dari

jumlah total massa campuran sebanyak 400 gram dengan menggunakan perekat 40 gram dan 240 mililiter air.

Tabel 4- 6 Hasil Pengujian Laju Pembakaran Biobriket

No.	Nama Sampel	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Waktu terbakar (detik)	Laju Pembakaran (gram/detik)	Rerata Laju Pembakaran (gram/detik)
1	90:10 U1	18	0	2860	0,00629	0,0064
2	90:10 U2	18	0	2750	0,00655	
3	90:10 U3	17	0	2735	0,00622	
4	80:20 U1	18	0	2715	0,00663	0,0065
5	80:20 U2	17	0	2690	0,00632	
6	80:20 U3	18	0	2705	0,00665	
7	70:30 U1	19	0	2742	0,00693	0,0067
8	70:30 U2	18	0	2720	0,00662	
9	70:30 U3	18	0	2725	0,00661	
10	60:40 U1	18	0	2595	0,00694	0,0070
11	60:40 U2	18	0	2605	0,00691	
12	60:40 U3	19	0	2650	0,00717	

No.	Nama Sampel	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Waktu terbakar (detik)	Laju Pembakaran (gram/detik)	Rerata Laju Pembakaran (gram/detik)
13	50:50 U1	18	0	2853	0,00631	0,0066
14	50:50 U2	19	0	2750	0,00691	
15	50:50 U3	18	0	2735	0,00658	

Hasil dari proses pengujian laju pembakaran rata-rata tiga buah sampel biobriket yang memiliki laju pembakaran terbesar adalah 0,0070 gram/detik pada biobriket yang memiliki rasio pencampuran 60:40 dan laju pembakaran terkecil adalah 0,0064 gram/detik pada biobriket dengan rasio pencampuran 90:10. Hal ini bisa terjadi karena massa atau kepadatan dari bahan baku berbeda. Semakin banyak serbuk arang sekam padi pada rasio pencampuran menambah waktu biobriket untuk terbakar serta memperkecil laju pembakaran dikarenakan laju pembakaran berbanding terbalik dengan waktu terbakar.

4.3 Hasil Pengujian Kualitas Biobriket

4.3.1 Kriteria Uji

Pemenuhan syarat biobriket yang baik sebagai bahan bakar merupakan tujuan dari pengujian kriteria uji pada kualitas biobriket. Ada dua kriteria uji untuk pemenuhan syarat biobriket, yaitu :

1. Mudah Dinyalakan

Pengujian yang dilakukan adalah dengan cara menyulutkan api pada sisi bagian biobriket. Setelah itu, dihitung waktu yang dibutuhkan proses terbakar sisi bagian biobriket yang tersulut api. Waktu yang dibutuhkan biobriket untuk menyala yaitu sekitar 9,83 detik dari awal proses penyulutan api. Waktu yang dibutuhkan biobriket menjadi bara hingga terbakar habis yaitu berkisar ± 40 hingga 45 menit (Tabel 4-6). Pada gambar 4 - 8 menunjukkan uji kualitas biobriket mudah menyala setelah tersulut api.



Gambar 4 - 8 Uji Biobriket Mudah Dinyalakan

2. Tidak Mengelurkan Asap

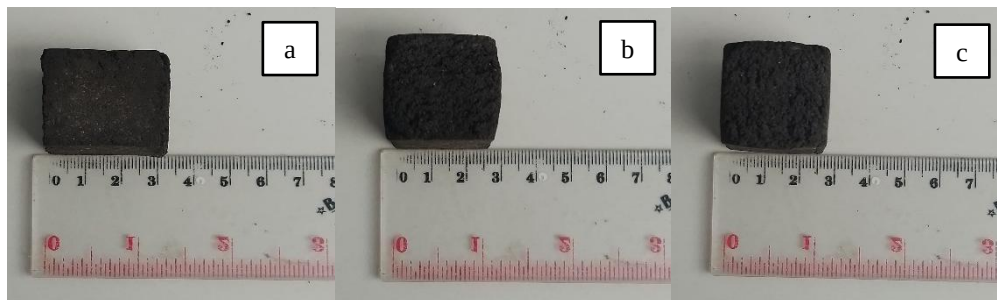
Biobriket yang telah terbakar ternyata tidak mengeluarkan asap putih. Hal ini menunjukkan bahwa parameter biobriket tersebut memenuhi syarat kriteria kelayakan kualitas biobriket. Gambar 4 - 9 menunjukkan bukti salah satu sampel dari 5 variasi campuran biobriket yang terbakar dan tidak mengeluarkan asap putih.



Gambar 4 - 9 Uji Biobriket Berasap

4.3.2 Ukuran Biobriket

Pada pengujian biobriket untuk mencari nilai kalor, laju pembakaran, serta uji kualitas biobriket mudah dinyalakan dan menimbulkan asap putih atau tidaknya. Pengamatan dimensi biobriket yang dibuat juga perlu diperhatikan. Dikarenakan biobriket yang dikeluarkan dari alat giling memiliki dimensi seperti balok dan kemudian harus dipotong secara manual menggunakan pisau potong agar mendapatkan biobriket yang seragam. Dimensi ukuran yang dibuat dengan ukuran panjang 3 cm, lebar 2,5 cm serta tinggi 2,5 cm. Pada gambar 4 – 10 menunjukkan ukuran biobriket.

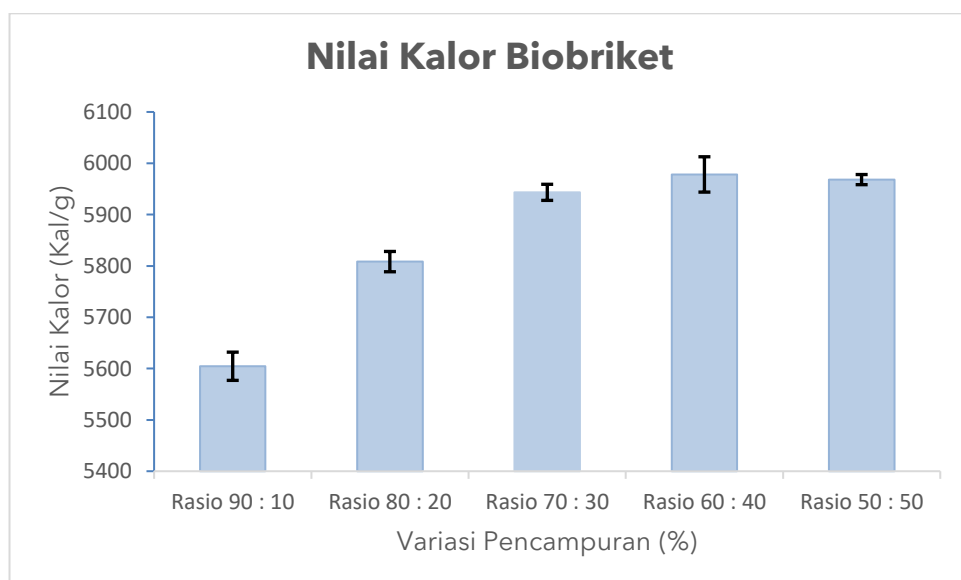


Gambar 4 - 10 (a) Panjang Biobriket; (b) Lebar Biobriket; (c) Tinggi Biobriket

4.4 Analisis dan Pembahasan

Dalam penelitian ini yang mengacu dengan judul tentang variasi campuran limbah kulit kedelai terhadap nilai kalor dan laju pembakaran biobriket berbahan dasar sekam padi. Berikut merupakan pembahasan tentang nilai kalor dan laju pembakaran masing-masing spesimen uji menggunakan variasi rasio pencampuran yang berbeda. Data yang diperoleh merupakan nilai kalor yang diuji menggunakan *bomb calorimeter* dengan metode pengujian IKU/7.2/BC-01-Bomb-Calorimeter dan menggunakan standar mutu kualitas yang digunakan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI 01-6235-2000). Sedangkan untuk nilai laju pembakaran diuji dengan menggunakan *stopwatch* agar dapat diketahui laju pembakaran setiap spesimen uji dari biobriket.

Hasil pengujian nilai kalor menggunakan *bomb calorimeter*, dapat dilihat bahwasanya nilai rata-rata kalor yang dihasilkan dari biobriket telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Biobriket memiliki nilai kalor tertinggi pada sampel/spesimen uji dengan variasi pencampuran 60:40 sedangkan nilai kalor terendah pada variasi pencampuran 90:10. Hasil tersebut bisa dilihat pada gambar 4-11.

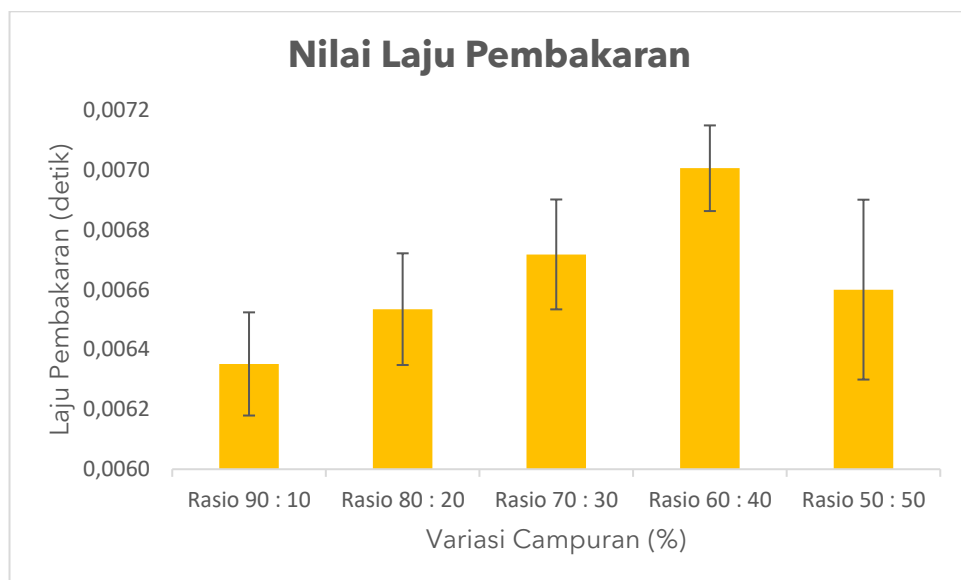


Gambar 4 - 11 Grafik Rata-rata Nilai Kalor Biobriket

Nilai kalor sangat menentukan kualitas biobriket, dikarenakan semakin tinggi nilai kalor maka semakin baik kualitas biobriket dihasilkan. Spesimen uji memiliki kualitas baik pada biobriket yang memenuhi kualitas standar yang sudah

ada atau lebih baik dari pembandingnya. Dalam penelitian ini, didapatkan kualitas biobriket dari nilai kalor tertinggi yaitu pada rasio pencampuran 60:40 dengan pengujian spesimen uji sebanyak 3 kali percobaan menggunakan *bomb calorimeter* dan didapatkan hasil 5978,26 Kal/g. Menurut Ilham et al., (2022) untuk memenuhi kriteria nilai kalor biobriket sesuai dengan Standar Nasional Indonesia berdasarkan SNI 01-6235-2000, syarat nilai kalor yang diizinkan adalah minimal 5000 Kal/g. Nilai kalor yang diperoleh dari penelitian variasi campuran limbah kulit kedelai terhadap nilai kalor dan laju pembakaran biobriket berbahan dasar sekam padi ini ternyata sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia bahkan diatas Standar SNI tersebut.

Hasil pengujian laju pembakaran paling besar pada rasio pencampuran 60:40. Sedangkan, laju pembakaran paling kecil pada rasio pencampuran 90:10. Perhitungan laju pembakaran yaitu dengan mengurangi massa awal/mula-mula dengan massa akhir setelah biobriket terbakar, kemudian dibagi dengan waktu terbakar. Pada pengujian laju pembakaran ini tidak ada massa tersisa saat ditimbang menggunakan timbangan digital. Gambar 4-12 menunjukkan tabel hasil laju pembakaran biobriket.



Gambar 4 - 12 Grafik Rata-rata Laju Pembakaran

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Mengacu penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan biobriket limbah kulit kedelai berbahan dasar sekam padi teruji bisa digunakan untuk bahan bakar alternatif. Campuran pada variasi pencampuran biobriket 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50 yang dibuat menggunakan alat giling dan dicetak menggunakan alat cetak besi hollow memiliki besar nilai kalor tertinggi pada variasi campuran yaitu pada rasio pencampuran 60:40 dan didapatkan hasil 5978,26 Kal/g.
2. Variasi campuran yang optimal untuk biobriket limbah kulit kedelai berbahan dasar sekam padi yaitu pada rasio pencampuran 60 : 40. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan bahan baku kulit kedelai sebagai bahan baku campuran. Nilai kalori pada biobriket sebesar 5978,26 Kal/g dan sudah memenuhi standar SNI 01-6235-2000. Dikarenakan nilai kalor yang didapatkan sudah melebihi 5000 Kal/gram. Laju pembakaran pada rasio pencampuran tersebut adalah 0,0070 detik.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Dari penelitian yang telah dilakukan masih terdapat banyak kekurangan, maka disarankan untuk melakukan terkait biobriket dengan bahan kulit kedelai sebagai campuran dan sekam padi sebagai bahan dasar pada saat pengeringan sampel dilakukan pada tempat yang tidak terlalu lembab atau dingin karena diangin-anginkan saja. Akan lebih baik apabila dilakukan pengeringan terbuka dan terkena matahari. Perlu diperhatikan, sinar matahari yang diperlukan untuk pengeringan yaitu sekitar pukul 07.00 hingga 11.00 pada pagi hari, dan sekitar pukul 14.00 hingga 17.00 pada sore hari. Ini dilakukan agar biobriket kering maksimal dan tidak pecah atau retak karena evaporasi berlebihan. Pengeringan tersebut juga bisa mempecepat laju pengeringan biobriket sehingga biobriket tidak terlalu lama untuk menjadi kering seluruhnya. Disisi lain, penelitian juga diharapkan meneliti parameter uji seperti densitas biobriket, kadar air, kadar abu, dan kadar karbon agar penelitian menjadi lebih rinci dan detail untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi besaran nilai kalor dan laju pembakaran, selain aspek rasio variasi campuran antara limbah kulit kedelai dan sekam padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, P., Melita, L. N., Susilowati, T., Billah, M., & Saputro, E. A. (2024). Kajian Pemanfaatan Kulit Ari Kedelai dan Kulit Durian. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 27(1), 13–22.
- Fachry, A. R., Sari, T. I., Dipura, A. Y., & Najamudin, J. (2010a). Mencari Suhu Optimal Proses Karbonisasi dan Pengaruh Campuran Batubara Terhadap Kualitas Briket Eceng Gondok. *Teknik Kimia*, 17(2), 55–67. <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/104899>
- Fachry, A. R., Sari, T. I., Dipura, A. Y., & Najamudin, J. (2010b). Teknik Pembuatan Briket Campuran Eceng Gondok dan Batubara sebagai Bahan Bakar Alternatif bagi Masyarakat Pedesaan. *Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset Dan Teknologi Di Bidang Industri*, 3(1), 52–58.
- Fauzie, D. A. (2019). Pengaruh Tekanan terhadap Nilai Kalor pada Briket Berbahan Kulit Kedelai. *Universitas Islam Indonesia*.
- Ferdiansyah, Premesti, A. S. A., Fathichin, A. R., Ariani, B. M. G., Fahmi, A. H., & Mirzayanti, Y. W. (2023). Review Studi: Analisa Pemanfaatan Limbah Sekam Padi sebagai Bahan Material Maju. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III (SENASTITAN III)*, *Senastitan Iii*, 1–7.
- Firmansyah, A. (2024). Pengaruh Variasi Komposisi Pada Briket Kulit Kacang Dan Cangkang Kemiri Dengan Perekat Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Briket Biomassa, 15(1), 37–48.
- Ilham, J., Mohamad, Y., & Oktaviani, I. (2022). Pengujian Biobriket dari Limbah Kayu Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2), 119–125.
- Iriany, Hasibuan, R., Novita, D., & Ummah, N. M. (2023). Pengaruh Komposisi Bahan Baku dan Ukuran Partikel terhadap Kualitas Biobriket dari Cangkang Buah Karet dan Ranting Kayu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.32734/jtk.v12i1.9818>
- Kambey, E., Tooy, D., & Rumambi, D. (2022). Uji Kualitas Briket Sabut Kelapa sebagai Sumber Energi Bioamassa Alternatif. *Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian*, 15(1), 1–8.

- Lukman, & Vegatama, M. R. (2023). Konsentrasi Perekat Organik pada Biobriket Berbahan Baku Limbah Serbuk Kayu. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 15844–15853.
- Maharani, M. D. D., & Febrina, L. (2024). Potensi Biomassa Tanaman Arenga-Pinnata Sebagai Alternatif Bahan Baku Energi Terbarukan (Kawasan Agro-Forestry Eko Wisata Cisolok, Sukabumi, Jawa Barat). *Seminar Nasional Pariwisata Dan Kewirausahaan (SNPK)*, 3(April), 759–767.
- Masthura. (2019). Analisis Fisis dan Laju Pembakaran Briket Bioarang dari Bahan Pelepah Pisang. *Elkawanie: Journal of Islamic Science and Technology*, 5(1), 58. <https://doi.org/10.22373/ekw.v5i1.3621>
- Nurgesang, F. A., & Fauzie, D. A. (2023). Pengaruh Tekanan terhadap Nilai Kalor dan Laju Pembakaran pada Biobriket Berbahan Dasar Kulit Kedelai. *Simposium Nasional RAPI XXII*, 2015–2018.
- Nurhilal, O., & Suryaningsih, S. (2018). Pengaruh Komposisi Campuran Sabut Dan Tempurung Kelapa terhadap Nilai Kalor Biobriket dengan Perekat Molase. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 02(01), 8–14.
- Patabang, D. (2012). Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi dengan Variasi Bahan Perekat. *Jurnal Mekanikal*, 3(2), 286–293. <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1327370&val=762&title=>
- Pramudiyanto, A. S., & Suedy, S. W. A. (2020). Energi Bersih dan Ramah Lingkungan dari Biomassa untuk Mengurangi Efek Gas Rumah Kaca dan Perubahan Iklim yang Ekstrem. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(3), 86–99. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.9990>
- Primadanty, R. P. (2024). Potensi Biomassa Dalam Transisi Energi di Indonesia. *Parahyangan Economic Development Review*, 2(2), 136–143. <https://doi.org/10.26593/pedr.v2i2.7707>
- Rifay, A. (2021). Analisa Karakteristik Briket Campuran Berbahan Dasar Tempurung Kelapa, Kulit Kacang, dan Kulit kedelai terhadap Nilai Kalor yang Dihasilkan. *Universitas Muhammadiyah Ponorogo*.
- Rusman, L. O., Lestari, L., Raharjo, S., Usman, I., & Chrismiwhadani, D. (2023). Pengaruh Temperatur Aktivasi Terhadap Kualitas Briket Arang Aktif Sekam

- Padi. *Journal Online of Physics*, 8(3), 39–46.
- Sulasminingsih, S., Hafiz, F., Sari, K., & Yuninda, S. (2023). Penggunaan Biomassa sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik di Wilayah Pedesaan. *Journal of Optimization System and Ergonomy Implementation*, 1(1), 42–51. <https://doi.org/10.54378/joseon.v1i1.6766>
- Swastika, D. K. S. (2022). Perjalanan Panjang Indonesia Menuju Swasembada Kedelai. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 40(1), 39. <https://doi.org/10.21082/fae.v40n1.2022.39-53>
- Wicaksono, M. I. (2023). Karakteristik Briket Refuse Derived Fuel (RDF) dengan Berbagai Variasi Komposisi Aktual sebagai Bahan Bakar Padat Alternatif. *Universitas Tidar*.
- Widodo, S., & Asmiani, N. (2019). Utilising of Canary Shell as the Material of Bio-briquette. *International Journal of Engineering and Science Applications*, 6(1), 31–38.



LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 1834/UN1/LPPT/TR/2024
No. Pengujian : MP - 241101001145

Informasi Umum

Nama : Nur Sukma Adiluhung
Alamat : Teknik Mesin FTI Universitas Islam Indonesia
Tanggal Penerimaan : 12 November 2024
Tanggal Pengujian : 12 November – 6 Desember 2024
Lokasi Pengujian : Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu

Hasil Pengujian

1. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 90:10 U1
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.595,11	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

2. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 90:10 U2
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.582,93	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

3. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 90:10 U3
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.635,47	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

4. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 80:20 U1
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.793,59	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

5. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 80:20 U2
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.800,75	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

6. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 80:20 U3
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.830,85	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

Perhatian

1. LHU ini hanya berlaku pada sampel yang diujikan
2. LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan yang disebutkan dalam LHU ini
3. LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan atau penggunaan LHU ini
4. Tidak diperkenankan menggandakan sebagian LHU ini, tanpa seizin LPPT UGM
5. Setelah sampel selesai dikerjakan, sisa sampel akan disimpan selama satu bulan untuk kemudian dimusnahkan
6. Pengaduan diterima paling lambat satu minggu setelah LHU terbit



7. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 70:30 U1
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.937,01	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

8. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 70:30 U2
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.931,88	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

9. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 70:30 U3
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.961,26	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

10. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 60:40 U1
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.975,95	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

11. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 60:40 U2
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	6.013,81	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

12. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 60:40 U3
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.945,02	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

13. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 50:50 U1
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.957,68	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

Perhatian

1. LHU ini hanya berlaku pada sampel yang diujikan
2. LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan yang disebutkan dalam LHU ini
3. LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan atau penggunaan LHU ini
4. Tidak diperkenankan menggandakan sebagian LHU ini, tanpa seizin LPPT UGM
5. Setelah sampel selesai dikerjakan, sisa sampel akan disimpan selama satu bulan untuk kemudian dimusnahkan
6. Pengaduan diterima paling lambat satu minggu setelah LHU terbit



14. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 50:50 U2
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.977,26	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

15. Nama Sampel : Biobriket
Kode Sampel : 50:50 U3
Bentuk Sampel : Padat

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Nilai Kalor	5.969,62	Kal/g	IKU/7.2/BC-01 Bomb Calorimeter

Yogyakarta, 9 Desember 2024
Kepala LPPT UGM,

Prof. Dr. Eng. Yusril Yusuf, S.Si., M.Si., M.Eng
NIP. 197109201998031002

Perhatian

1. LHU ini hanya berlaku pada sampel yang diujikan
2. LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan yang disebutkan dalam LHU ini
3. LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan atau penggunaan LHU ini
4. Tidak diperkenankan menggandakan sebagian LHU ini, tanpa seizin LPPT UGM
5. Setelah sampel selesai dikerjakan, sisa sampel akan disimpan selama satu bulan untuk kemudian dimusnahkan
6. Pengaduan diterima paling lambat satu minggu setelah LHU terbit

	LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGUJIAN TERPADU UNIVERSITAS GADJAH MADA YOGYAKARTA		
	Instruksi Kerja	No. Dokumen	: IKU/7.2/BC-01
	INSTRUKSI KERJA UJI NILAI KALORI DALAM BRIKET ARANG DENGAN MENGGUNAKAN BOMB CALORIMETER	Tanggal Terbit	: 04 Desember 2024
		Revisi	: 3

INSTRUKSI KERJA UJI NILAI KALORI DALAM BRIKET ARANG DENGAN MENGGUNAKAN BOMB CALORIMETER

1. Ruang Lingkup

Metode ini digunakan untuk pengujian nilai kalori dalam briket arang.

2. Acuan Normatif

SNI 01-6235-2000

Instruction Manual IKA C2000 Basic

3. Definisi

Briket arang adalah serbuk arang dan bahan penolong dicetak dengan bentuk dan ukuran tertentu yang dikeraskan melalui proses pengepresan yang digunakan untuk bahan bakar.

4. Cara Uji

4.1. Prinsip

Nilai Kalori merupakan hasil pembakaran contoh dengan bantuan oksigen dalam *bomb calorimeter* pada kondisi tertentu.

4.2. Bahan

1. Larutan Na_2CO_3 0,0709N
2. Indikator merah methil
3. Standar *Benzoic acid* dengan nilai kalori 26465 J/g = 6321.0566 Kal/g

4.3. Peralatan

1. *Bomb Calorimeter* IKA C2000 Basic
2. Neraca analitik dengan ketelitian 0,0001 g
3. Alat penggiling
4. Erlenmeyer 125 mL
5. Buret 10 mL
6. Krus porselen
7. Oven

4.4. Persiapan Sampel

Contoh briket arang sebelum diuji dihaluskan terlebih dahulu. Jika sampel basah, maka dilakukan pengeringan sampel dengan prosedur uji kadar air, yaitu

1. Menimbang krus kosong (A).
2. Menimbang sampel homogen, memasukkan dalam krus porselen (B).
3. Memanaskan dalam oven suhu 105°C selama 3 jam hingga berat konstan.

4. Memasukkan desikator, menimbang (C).

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

4.5. Prosedur

1. Hidupkan *chiller* hingga suhu tercapai sesuai *Method Dynamic* 25°C pada suhu 20° C
2. Atur tekanan oksigen yang masuk ke *decomposition vessel* yaitu ± 30 bar
3. Hidupkan *Bomb Calorimeter*
4. Pilih *Method Dynamic* 25°C, tunggu hingga suhu pendingin di dalam alat tercapai 20°C (suhu air pendingin yang direkomendasikan 12 °C-23°C)
5. **Timbang sampel yang akan diukur antara 0,2-1,1 g ; kemudian dicatat. Berat penimbangan disesuaikan dengan jenis briketnya agar terbakar semua. Sebagai contoh sampel briket arang tempurung kelapa dapat dilakukan penimbangan ± 1 g, sedangkan briket kulit kopi dapat terbakar semua jika ditimbang $< 0,30$ g³.**
6. Siapkan *cotton twist* untuk penyalu dengan menggulungnya dan memasangnya pada *ignition wire* yang terpasang pada *cover decomposition vessel*
7. Masukkan sampel ke dalam krus
8. Pasang krus pada *crucible holder* dan pastikan *cotton twist* menyentuh sampel
9. Isilah keterangan di *Sample Dialog Box* lalu klik OK, akan muncul *Tabel Bomb*

Isi berat sampel pada *Weighed-in quant*

Q extran 1 = 50 ; *Q extran 2* = 0

Untuk *Sample name* sudah tertulis otomatis

Isi *bomb cell* dengan angka 1

10. Tempatkan *decomposition vessel* pada *filling head Bomb Calorimeter*.
11. Klik *Start*, tunggu 15 menit hingga muncul nilai kalori sampel (pengujian alat selesai).
12. Ambil *decomposition vessel* setelah muncul perintah *Remove Bomb*
13. Hilangkan tekanan dalam *decomposition vessel* dan bersihkan krus sampel
14. Keluarkan *decomposition vessel*, buang sisa gas oksigen dari dalam *bomb* sehingga habis seluruhnya
15. Bilas permukaan bomb menggunakan aquadest, pindahkan ke dalam Erlenmeyer
16. Titrasi hasil bilasan dengan larutan Na_2CO_3 0,0709 N dengan menggunakan indikator merah metil.
17. Catat volume titrasi

4.6. Perhitungan

Hasil yang keluar dari alat adalah nilai perhitungan dengan satuan Joule/gram dari kenaikan temperatur, berat sampel, ignition energi 70J, dan koreksi *cotton twist* 50J. Sedangkan untuk koreksi Na_2CO_3 perlu dilakukan perhitungan lanjutan.

1 kalori = 4,1868 Joule

Koreksi HNO_3 didapat dari hasil titrasi larutan Na_2CO_3 0,0709 N

1 ml larutan Na_2CO_3 0,0709N ~ 1 kalori

$$\begin{aligned} & \text{Nilai kalori spl} \left(\frac{\text{kalori}}{\text{g}} \right) \\ &= \left(\text{nilai kalori hasil alat} \left(\frac{\text{J}}{\text{g}} \right) - (\text{koreksi HNO}_3 + \text{koreksi kalibrasi alat}) \right) \times \left(\frac{100 - \text{kadar air}}{100} \right) \times \frac{1 \text{ kalori}}{4,1868 \text{ J}} \end{aligned}$$

5. Pengendalian Mutu

- a. Gunakan alat gelas bebas kontaminasi
- b. Digunakan alat ukur terkalibrasi
- c. Dikerjakan oleh analis yang kompeten
- d. Lakukan analisis duplo minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10 sebagai kontrol ketelitian analisis. jika perbedaan Persen Relatif (*Relative Percent Difference/RPD*) lebih besar atau sama dengan 10% maka

dilakukan pengukuran ketiga untuk mendapatkan RPD kurang dari 10%.

$$\%RPD = \left(\frac{\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{(\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran})/2} \right) \times 100\%$$

Dibuat	Diperiksa	Disahkan
03 Desember 2024	03 Desember 2024	04 Desember 2024
		
Mey Catur Alfiani, STP.	Anom Irawan, ST.	Taufik Abdillah Natsir, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh