

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG (*Manihot
utilissima*) DAN SABUT KELAPA (*Cocos nucifera*) SEBAGAI
MATERIAL PEMBUATAN BIOBRIKET**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

NAILUL AUTAR

NIM. 180704040

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M / 1445 H**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG (*Manihot utilissima*) DAN SABUT KELAPA (*Cocos nucifera*) SEBAGAI MATERIAL PEMBUATAN BIOBRIKET

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Kimia

Oleh:

NAILUL AUTAR

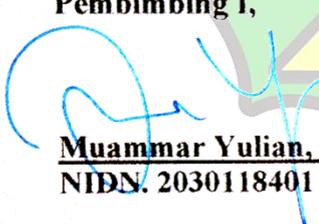
NIM. 180704040

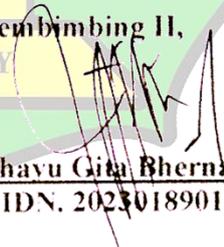
**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

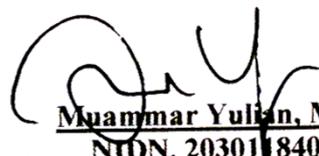
Pembimbing I,

Pembimbing II,


Muammar Yulian, M.Si
NIDN. 2030118401


Bhayu Gita Bhernama, M.Si
NIDN. 2023018901

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kimia


Muammar Yulian, M.Si
NIDN. 2030118401

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG (*Manihot utilissima*) DAN
SABUT KELAPA (*Cocos nucifera*) SEBAGAI MATERIAL PEMBUATAN
BIOBRIKET**

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S1)
Dalam Ilmu Kimia

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 25 Juli 2023
07 Muharram 1445

di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi:

Ketua,

Sekretaris,

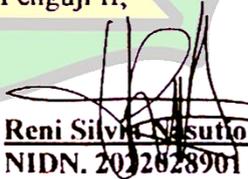

Muammar Yulian, M.Si
NIDN. 2030118401


Bhayu Gita Bternama, M.Si
NIDN. 2023018901

Penguji I,

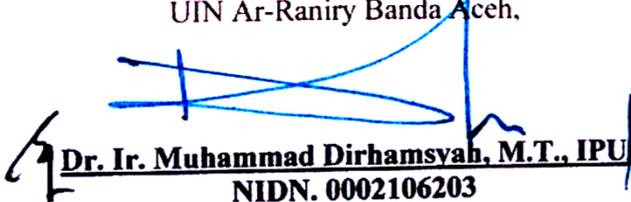
Penguji II,


Febrina Arfi, M.Si
NIDN. 20210228601


Reni Silvia Nasution, M.Si
NIDN. 2022028901

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,


Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIDN. 0002106203

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nailul Autar

NIM : 180704040

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

: Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong (*Manihot utilissima*)

Judul Skripsi dan Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) Sebagai Material Pembuatan Biobriket

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini, saya:

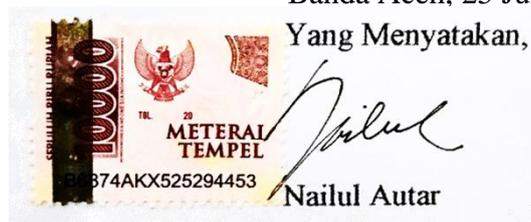
1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan karya ini dan mampu mempertanggungjawabkan atas karya ini;

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 25 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Nailul Autar

ABSTRAK

Nama : Nailul Autar
NIM : 180704040
Program Studi : Kimia
Judul : Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) dan Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) Sebagai Material Pembuatan Biobriket
Tanggal Sidang : 25 Juli 2023
Tebal Skripsi : 63 Lembar
Pembimbing I : Muammar Yulian, M.Si.
Pembimbing II : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Kata Kunci : Energi Biomassa, biobriket, kulit singkong dan sabut kelapa

Energi terbarukan adalah energi yang diperoleh dari sumber-sumber yang dapat diperbaharui melalui proses alam yang berkelanjutan. Biobriket merupakan salah satu energi alternatif bahan bakar yang terbuat dari limbah organik biomassa. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik biobriket dari limbah kulit singkong dan sabut kelapa terhadap kualitas mutu biobriket dengan variasi komposisi campuran untuk kualitas biobriket yang optimum. Metode penelitian yang digunakan eksperimental laboratorium dengan melakukan karboniasi kulit singkong dan sabut kelapa untuk dijadikan biobriket. Variasi kulit singkong dan sabut kelapa yang digunakan 100:0%, 75:25%, 50:50%, 25:75% dan 0:100%, parameter uji mutu biobriket meliputi uji kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor. Hasil diperoleh menunjukkan biobriket dengan variasi 50% kulit singkong dan 50% sabut kelapa menghasilkan karakteristik dengan kadar air sebesar 5,45%, kadar abu 7,23%, kadar zat mudah menguap 14,37%, kadar karbon terikat 78,4% dan nilai kalor 6.425,276 kal/g. Kesimpulan dari penelitian ini bahwa variasi komposisi tersebut menghasilkan biobriket terbaik dan telah memenuhi standar mutu briket SNI 01-6235-2000.

ABSTRACT

Name : Nailul Autar
NIM : 180704040
Study Program : Chemistry
Title : Utilization of Cassava Peel (*Manihot utilissima*) and Coconut
Coir (*Cocos nucifera*) Waste as Biobriket Making Material
Trial Date : 25 July 2023
Thesis Thickness : 63 Sheets
Advisor I : Muammar Yulian, M.Si.
Advisor II : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Keywords : *Biomass Energy, biobriquettes, cassava peel and coconut
husk*

Renewable energy is energy obtained from sources that can be renewed through sustainable natural processes. Biobriquettes are one of the alternative energy fuels made from biomass organic waste. The purpose of this research is to determine the characteristics of biobriquettes from cassava peel waste and coconut fiber on the quality of biobriquettes with variations in the composition of the mixture for optimum biobriquette quality. The research method used is the gravimetric method and calorific value testing with the calorimetric method. The results of the research conducted on a mixture of cassava peel and coconut fiber with variations of 100:0%, 75:25%, 50:50%, 25:75% and 0:100%, the results obtained showed that the briquettes with a variation of 50% cassava peel and 50% coconut fiber produced characteristics with a moisture content of 5.45%, ash content of 7.23%, volatile substance content of 14.37%, bound carbon content of 78.4% and calorific value of 6,425,276 cal/g. The composition variation produces the best briquettes and has met the briquette quality standards of SNI 01-6235-2000.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai *hudan lin nas* (petunjuk bagi seluruh manusia) dan *rahmatan lil 'alamin* (rahmat bagi segenap alam), sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarganya, para sahabatnya dan seluruh umatnya yang selalu istiqamah hingga akhir zaman.

Penulis dalam kesempatan ini mengambil judul skripsi “Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) dan Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) Sebagai Material Pembuatan Biobriket”. Penulisan skripsi bertujuan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat tahap terakhir untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan untaian do'anya selama ini, semua pihak yang telah membantu membuat dan menyelesaikan skripsi, penulis juga mendapatkan banyak pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berarti. Oleh karena itu, tak lupa pula ucapan terima kasih penulis kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Bapak Muammar Yulian, M.Si., selaku Ketua Prodi, sekaligus Dosen Pembimbing I Skripsi, Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Bhayu Gita Bhernama, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II Skripsi, Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Ibu Febrina Arfi, M.Si., selaku Dosen Penguji I Skripsi, Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Ibu Reni Silvia Nasution, M.Si., selaku Dosen Penguji II Skripsi, Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

6. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si., selaku Dosen Penasihat Akademik saya di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
7. Seluruh Ibu/Bapak Dosen di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
8. Semua teman-teman seperjuangan angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama penulis membuat dan menyelesaikan skripsi.
9. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis ingin mengucapkan terimakasih dan semoga Allah SWT memberikan amal jariyah atas semua kebaikan serta dukungan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun untuk lebih menyempurnakan skripsi ini.

Banda Aceh, 25 Juli 2023

Penulis,

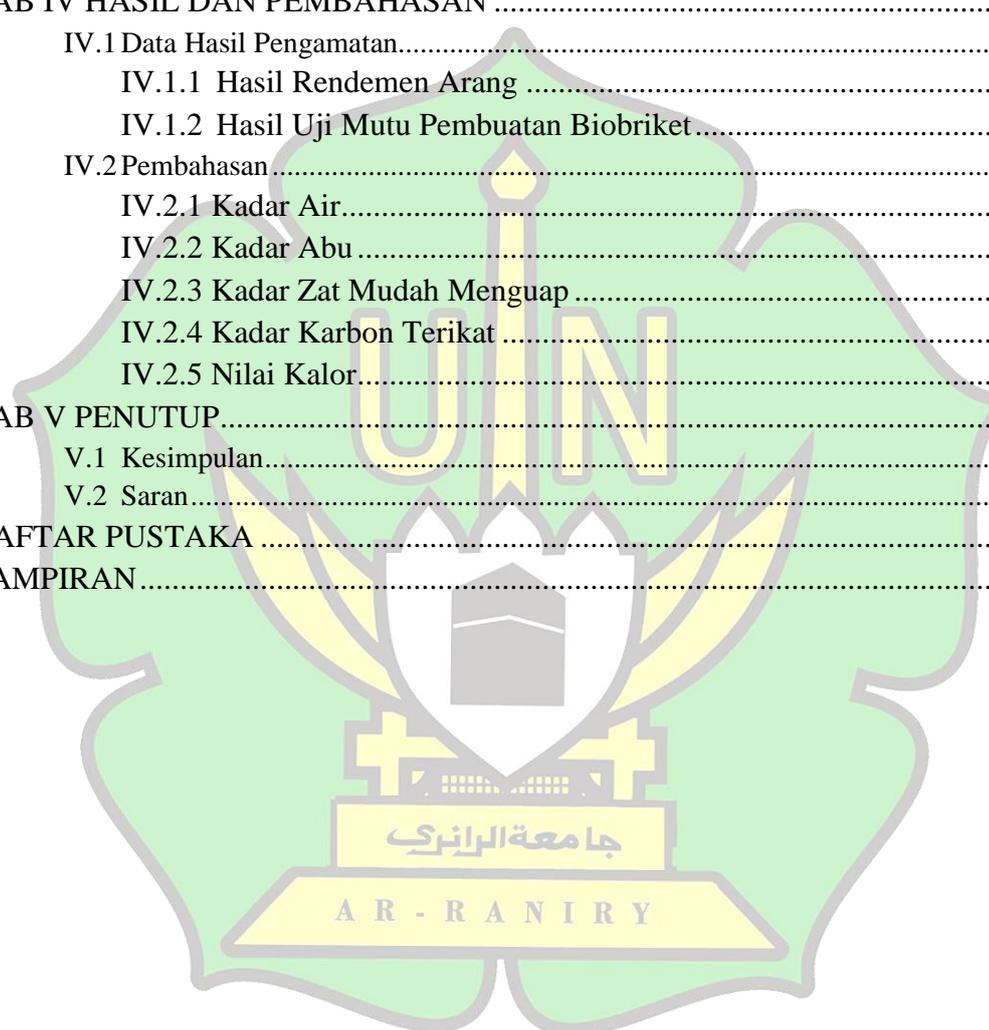

Nailul Autar



DAFTAR ISI

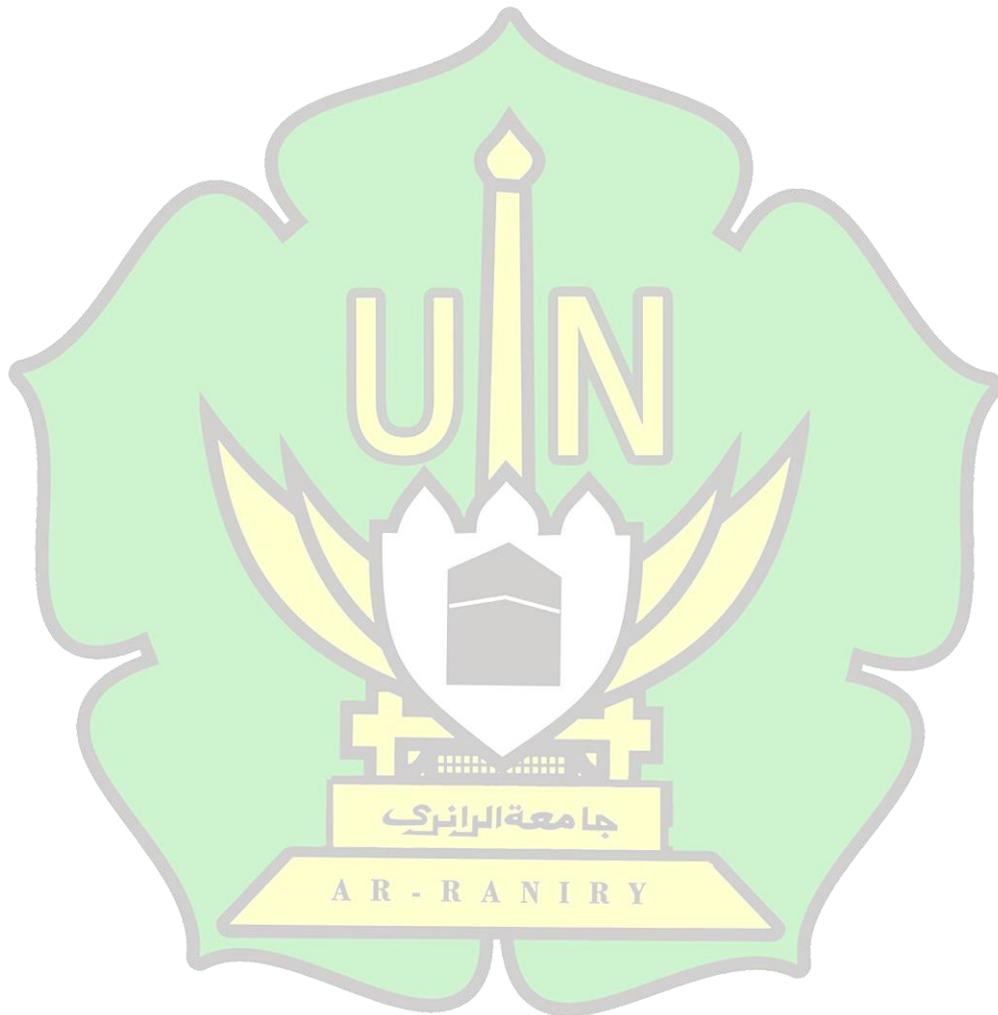
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian	4
I.5 Batasan Masalah	4
BAB II LANDASAN TEORITIS	5
II.1 Energi Terbarukan.....	5
II.2 Biomassa	5
II.3 Singkong (<i>Manihot utilissima</i>)	6
II.3.1 Kulit Singkong	6
II.4 Sabut Kelapa.....	7
II.5 Bahan Perekat.....	8
II.5.1 Perekat Sintetis	9
II.5.2 Perekat Alami	9
II.6 Karbonisasi.....	10
II.7 Arang.....	11
II.8 Biobriket.....	11
II.9 Analisis Karakteristik Biobriket.....	13
II.9.1 Nilai Kalor.....	13
II.9.2 Kadar Air.....	13
II.9.3 Kadar Abu	14
II.9.4 Zat Mudah Menguap	15
II.9.5 Kadar Karbon Terikat.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
III.2 Alat dan Bahan Penelitian	17
III.3 Rancangan Variabel Penelitian.....	17
III.4 Prosedur Kerja.....	17
III.4.1 Pembuatan Biobriket	17
III.4.1.1 Preparasi Bahan dan Karbonisasi	17

III.4.1.2 Pembuatan Perekat	18
III.4.1.3 Pencampuran Bahan dan Pencetakan Biobriket.....	18
III.4.2 Uji Mutu Biobriket	18
III.4.2.1 Uji Kadar Air (SNI 1683:2021)	18
III.4.2.2 Uji Kadar Abu (SNI 1683:2021).....	19
III.4.2.3 Uji Zat Mudah Menguap (SNI 1683:2021).....	19
III.4.2.4 Uji Kadar karbon terikat (SNI 1683:2021)	20
III.4.2.5 Uji Nilai Kalor (SNI 01-6235-2000).....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
IV.1 Data Hasil Pengamatan.....	21
IV.1.1 Hasil Rendemen Arang	21
IV.1.2 Hasil Uji Mutu Pembuatan Biobriket.....	21
IV.2 Pembahasan.....	22
IV.2.1 Kadar Air.....	22
IV.2.2 Kadar Abu	24
IV.2.3 Kadar Zat Mudah Menguap	25
IV.2.4 Kadar Karbon Terikat	27
IV.2.5 Nilai Kalor.....	29
BAB V PENUTUP.....	32
V.1 Kesimpulan.....	32
V.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	38



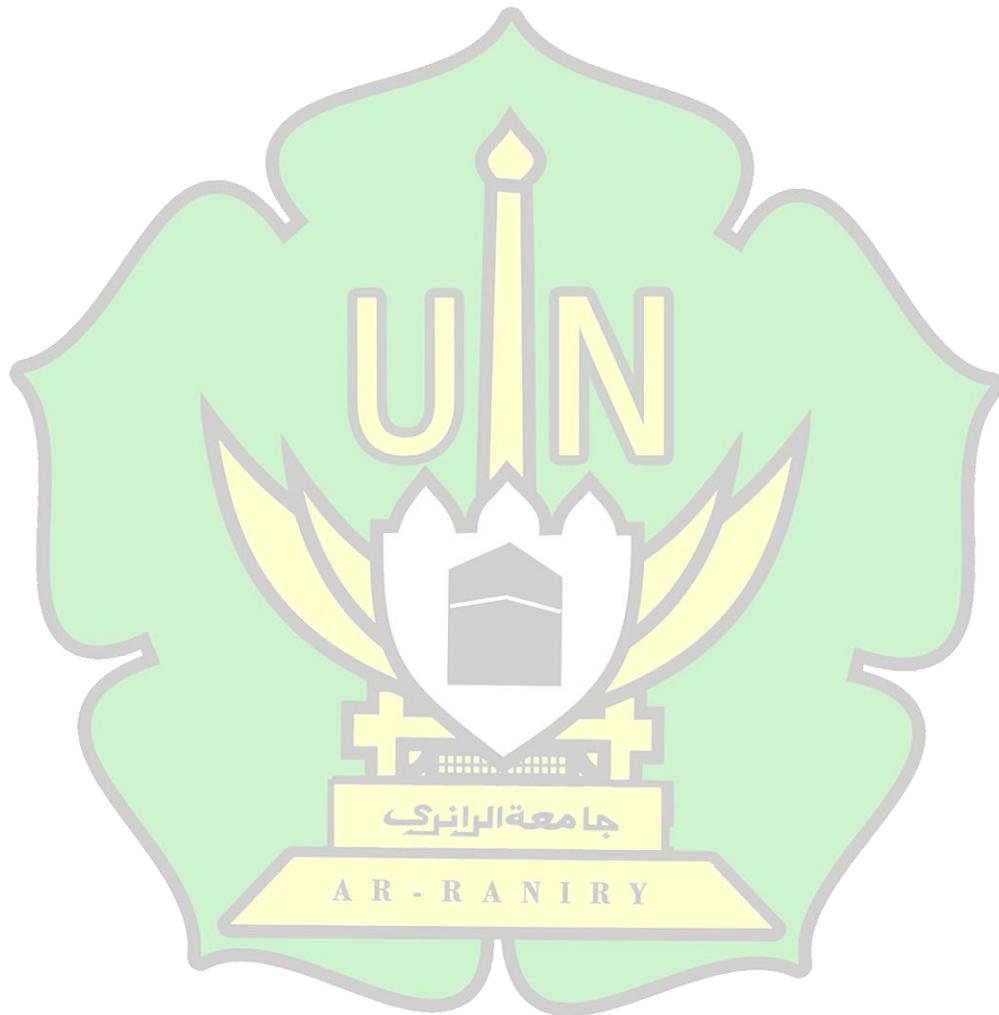
DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Kulit Singkong.....	7
Gambar II. 2 Sabut Kelapa.....	8
Gambar IV. 1 Hasil uji kadar air biobriket.....	23
Gambar IV. 2 Hasil uji kadar abu biobriket	24
Gambar IV. 3 Hasil uji kadar zat mudah menguap biobriket.....	26
Gambar IV. 4 Hasil uji kadar karbon terikat biobriket.....	28
Gambar IV. 5 Hasil uji nilai kalor biobriket	30



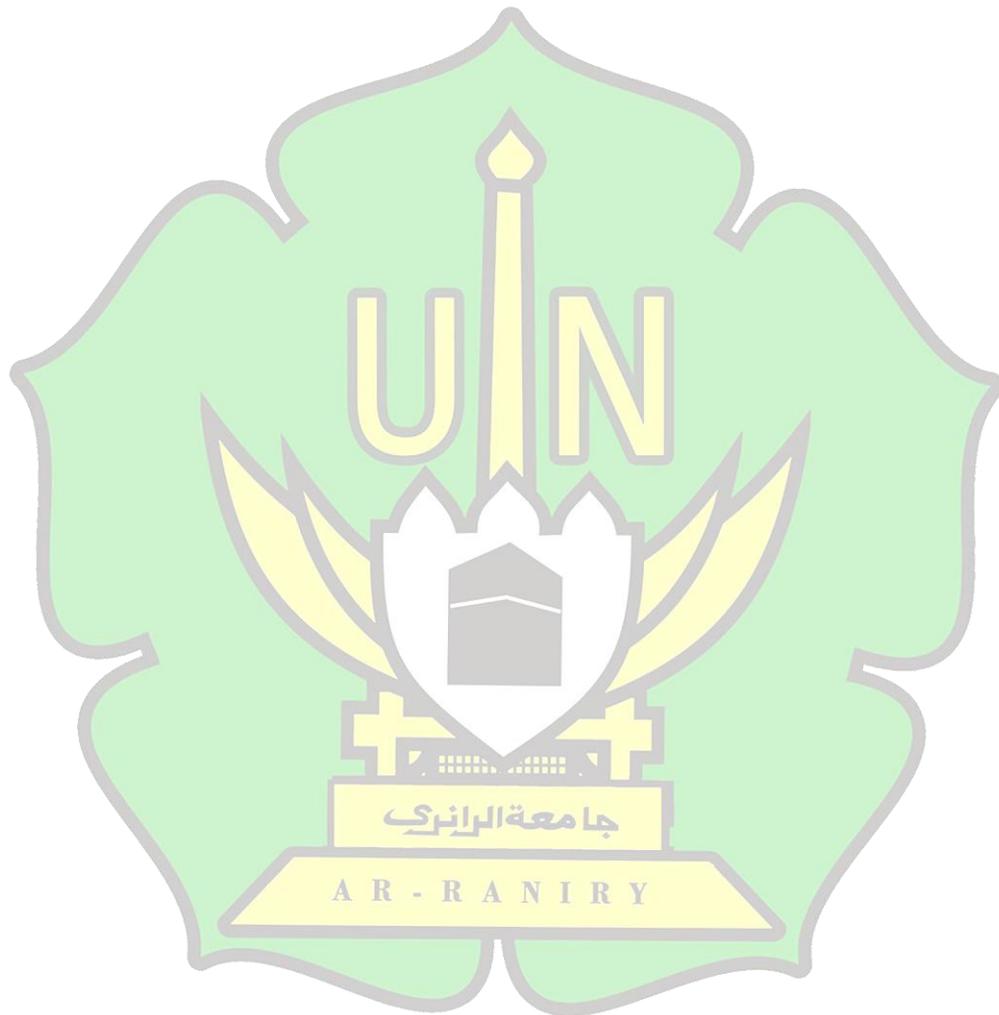
DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 SNI 01-6235-2000 tentang mutu briket	12
Tabel IV. 1 Hasil Rendemen Arang	21
Tabel IV. 2 Hasil Uji Mutu Biobriket	21



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja.....	38
Lampiran 2. Perhitungan	40
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian	46
Lampiran 4. SNI.....	48



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
Kal/g	Kalori/gram	1
mL	Mililiter	18
SNI	Standar Nasional Indonesia	1
KS	Kulit Singkong	38
SK	Sabut Kelapa	38
kg	Kilo gram	17
g	Gram	18
LAMBANG		
°C	Derajat celcius	14
%	Persentase	1
±	Lebih kurang	17
<	Kurang dari	13
>	Lebih dari	13
w1	Bobot wadah kosong	18
w2	Bobot wadah kosong + sampel	18
w3	Bobot wadah kosong + sisa	18



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Penggunaan bahan bakar fosil yang terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan industri. Hal ini mengakibatkan menipisnya cadangan bahan bakar fosil, juga menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu langkah dalam mengatasi masalah tersebut adalah mengembangkan dan memanfaatkan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan terbarukan (*renewable*) untuk energi berkelanjutan (*sustainable*) (Karim dkk., 2014). Energi terbarukan diperoleh dari sumber daya alam seperti angin, air, sinar matahari, panas bumi dan juga limbah biomassa. Limbah biomassa dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk bioenergi, dikarenakan ketersediaan dalam jumlah banyak dan tidak membutuhkan biaya besar. Selain itu, komponen utama limbah biomassa adalah karbohidrat seperti lignin, hemiselulosa dan selulosa, yang mengandung atom karbon sehingga dapat dijadikan sumber energi berbentuk biobriket (Kalsum, 2016).

Biobriket merupakan energi alternatif bahan bakar yang terbuat dari limbah organik biomassa seperti kulit singkong (Moeksin dkk., 2015). Biobriket dibentuk dari material yang berbentuk serbuk arang dihaluskan menjadi material yang lebih besar. Proses biobriket menjadi material lebih besar melalui tahapan penambahan bahan perekat, penggumpalan dan penekanan. SNI 01-6235-2000 mendefinisikan biobriket merupakan hasil cetakan serbuk arang dan bahan perekat dengan bentuk dan ukuran tertentu melalui proses pengepresan. Untuk memenuhi standar kualitas, standar minimal nilai kalor biobriket adalah 5000 kal/g, kadar air maksimal 8%, kadar abu maksimal 8% dan kadar zat mudah menguap maksimal 15%.

Singkong merupakan tanaman yang menjadi salah satu bahan makanan utama sebagian masyarakat Indonesia (Moeksin dkk., 2015). Produksi singkong yang dihasilkan di Indonesia merupakan terbesar ketiga di dunia. Umumnya, singkong diolah menjadi makanan ringan, namun kulit singkong seringkali diabaikan dan dianggap tak punya nilai guna bagi masyarakat. Pemanfaatannya

hanya sebatas untuk pakan ternak (Hasrianti, 2013). Kulit singkong juga menjadi salah satu limbah padat yang dihasilkan dalam proses pembuatan keripik singkong dan produk olahan lainnya pada industri rumah tangga. Limbah ini memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi yang berpengaruh terhadap nilai kalor, mencapai 59,31% (Maulinda dkk., 2015). Oleh karena itu kulit singkong merupakan salah satu bahan baku yang baik untuk digunakan dalam pembuatan arang biobriket.

Pembuatan biobriket dari kulit singkong dengan variasi bahan baku dan jenis perekat yang digunakan, memiliki pengaruh signifikan terhadap mutu briket yang dihasilkan. Penelitian Moeksin dkk. (2015) mendapatkan komposisi terbaik biobriket pada variasi campuran 10% kulit singkong dan 90% serbuk gergaji, dengan nilai kalor 5775 kal/g. Penelitian Nurhudah (2018) biobriket dibuat dari campuran 90:10 limbah kulit singkong dan kulit kapuk dengan perekat getah pinus menghasilkan nilai kalor mencapai 6845 kal/g. Penelitian lainnya, yang dilakukan Nurhilal dan Suryaningsih (2018) mendapatkan nilai kalor tertinggi yaitu sebesar 6211 kal/g dengan memvariasikan 50:50 tempurung dan sabut kelapa.

Sabut kelapa terdiri dari 75% serat (*fiber*) dan 25% gabus (*pitch*) yang berfungsi mengikat serat-serat penyusunnya. Komposisi kimianya, sabut kelapa mengandung lignin sebanyak 35-45% dan selulosa sebanyak 23-43% yang dapat berkontribusi terhadap nilai kalor yang dihasilkan apabila digunakan sebagai campuran arang dalam pembuatan biobriket dengan bahan-bahan lain seperti tempurung kelapa, kayu, bambu dan bahkan batubara (Nurhilal dan Suryaningsih, 2018). Menurut Nawawi dkk. (2018) elemen dasar komponen kimia biomassa adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin mengandung rasio unsur karbon, hidrogen dan oksigen dalam biomassa menyebabkan keragaman mutu produk konversi energi yang dihasilkan (biobriket). Selain bahan biomassa, mutu produk konversi energi biobriket juga dipengaruhi oleh adanya perekat.

Bahan perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan pada permukaannya. Perekat berperan dalam memperkuat ikatan antara partikel arang, sehingga butiran arang dapat terikat dengan kokoh (Manisi dkk., 2019). Pada penelitian ini digunakan perekat

pati dari tapioka. Tapioka adalah pati dari bahan baku singkong, pati terdiri dari amilosa dan amilopektin menjadikannya mampu mengikat karbon-karbon dalam biobriket. Amilosa memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket (Faujiah, 2016). Perekat tapioka memiliki beberapa keunggulan seperti, harganya murah, mudah pemakaiannya, memiliki daya rekat kering tinggi dan menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran biobriket. Kekurangannya adalah menghasilkan biobriket yang kurang tahan terhadap kelembaban, karena sifatnya dapat menyerap air dari udara atau higroskopis (Hirniah, 2020).

Berdasarkan uraian di atas, dilakukanlah penelitian tentang pemanfaatan limbah kulit singkong (*Manihot utilissima*) dan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) sebagai material pembuatan biobriket. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi variabel perbandingan campuran bahan arang biobriket.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah penelitian ini adalah.

1. Bagaimana karakteristik biobriket dari kulit singkong dan sabut kelapa terhadap kualitas mutu biobriket yang dihasilkan?
2. Berapakah variasi komposisi campuran arang kulit singkong dan sabut kelapa dengan perekat tapioka yang optimum untuk mendapatkan kualitas biobriket sesuai standar mutu briket?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah.

1. Untuk mengetahui karakteristik biobriket dari kulit singkong dan sabut kelapa terhadap kualitas mutu biobriket yang dihasilkan.
2. Untuk mengetahui variasi komposisi campuran arang kulit singkong dan sabut kelapa dengan perekat tapioka yang optimum untuk mendapatkan kualitas biobriket sesuai standar mutu briket.

I.4 Manfaat Penelitian

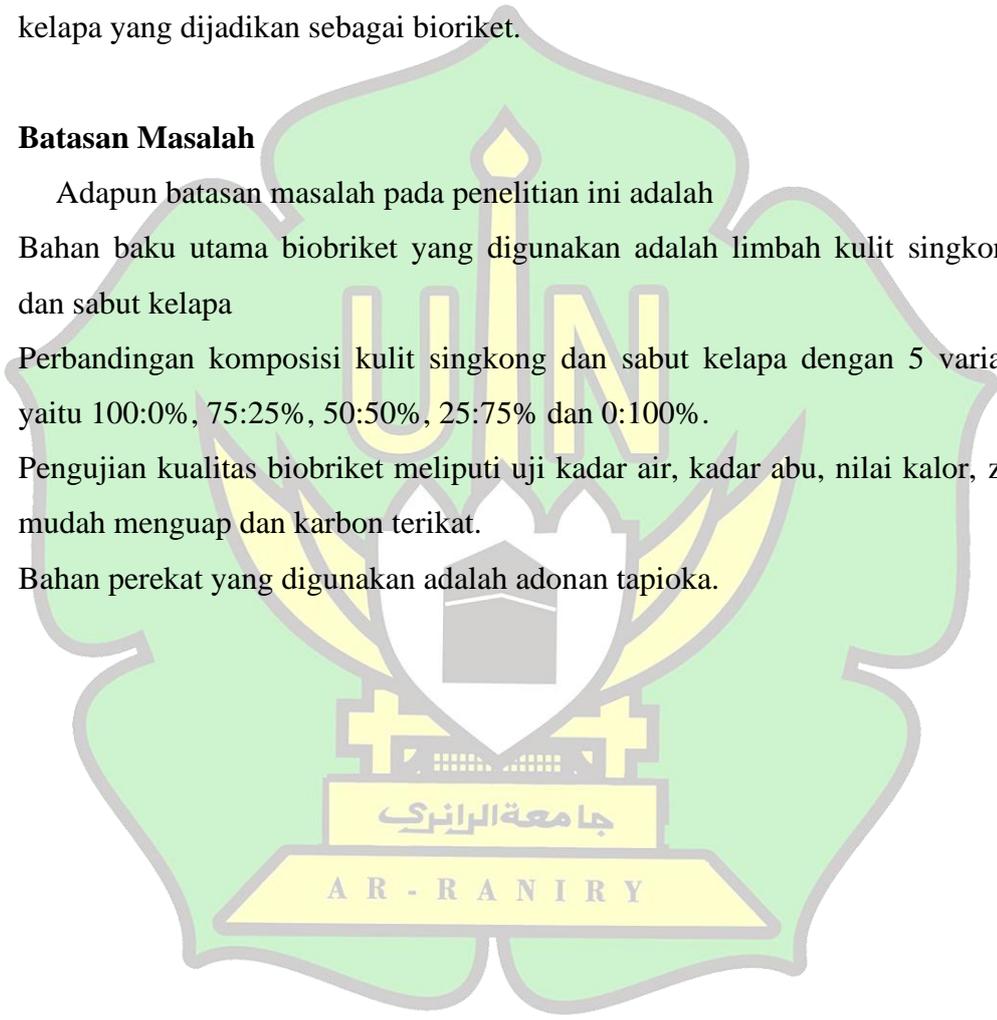
Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah.

1. Menambah wawasan dalam pemanfaatan limbah biomassa kulit singkong dan sabut kelapa.
2. Agar dapat mengatasi masalah pencemaran lingkungan khususnya pada limbah kulit singkong dan sabut kelapa.
3. Memberikan nilai tambah atau nilai jual limbah kulit singkong dan sabut kelapa yang dijadikan sebagai bioriket.

I.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah

1. Bahan baku utama biobriket yang digunakan adalah limbah kulit singkong dan sabut kelapa
2. Perbandingan komposisi kulit singkong dan sabut kelapa dengan 5 variasi yaitu 100:0%, 75:25%, 50:50%, 25:75% dan 0:100%.
3. Pengujian kualitas biobriket meliputi uji kadar air, kadar abu, nilai kalor, zat mudah menguap dan karbon terikat.
4. Bahan perekat yang digunakan adalah adonan tapioka.



BAB II

LANDASAN TEORITIS

II.1 Energi Terbarukan

Energi adalah suatu kebutuhan yang sangat diperhatikan di setiap negara. Energi bukan merupakan komoditas biasa, akan tetapi merupakan komoditas strategis dan seluruh sistem baik industri maupun kehidupan manusia tergantung kepada energi (Anita, 2019). Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber yang dapat diperbaharui, dihasilkan dari proses alam yang berkelanjutan seperti angin, air, sinar matahari, panas bumi dan limbah biomassa.

Salah satu bentuk energi terbarukan dapat diperoleh dari pengolahan limbah biomassa menjadi bahan bakar padat yang disebut biobriket. Biobriket dapat diproduksi dari berbagai bahan tak terpakai seperti sampah, serbuk gergaji, sekam dan tempurung kelapa. Meskipun energi yang dihasilkan dari biobriket masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan energi fosil seperti gas dan minyak tanah, namun penelitian dan pengembangan telah dilakukan untuk mengoptimalkan potensi energi dari biobriket (Papilo, 2012).

II.2 Biomassa

Biomassa adalah material yang dihasilkan oleh organisme hidup yang dapat menjadi sumber energi alternatif terbarukan untuk menggantikan bahan bakar fosil. Biomassa memiliki sifat kimia dan fisika yang berbeda tergantung pada jenis dan asalnya. Biomassa dapat berupa serat, selulosa, lignin, atau karbohidrat yang dapat diubah menjadi bahan bakar dan energi. Sifat-sifat ini akan mempengaruhi proses konversi energi biomassa menjadi energi listrik, panas, atau bahan bakar. Untuk memanfaatkan potensi energi dari biomassa ini, perlu dipahami beberapa sifat dari biomassa tersebut, yang selanjutnya menentukan karakteristik proses gasifikasi dan hasil akhirnya. Sifat-sifat biomassa ini dapat ditentukan dengan berbagai analisis, yaitu analisis proksimat dan ultimat, analisis densitas, analisis kadar air dan analisis nilai kalor (Anita, 2019).

Pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi dapat menjadi alternatif yang berkelanjutan karena dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar

fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Namun, pemanfaatan biomassa harus dilakukan secara bijak dan berkelanjutan untuk menghindari dampak negatif pada lingkungan dan masyarakat. Sebagai bahan bakar, biomassa harus terlebih dahulu disiapkan untuk penggunaan sederhana melalui konversi biomassa. Secara umum, teknologi bahan bakar biomassa dapat dibagi menjadi tiga bidang, yaitu pembakaran langsung, konversi termokimia dan konversi biokimia. Pembakaran langsung adalah teknologi yang paling sederhana, karena biomassa biasanya dapat langsung dibakar (Arhamsyah, 2010).

II.3 Singkong (*Manihot utilissima*)

Singkong atau dalam bahasa latin dikenal dengan sebutan *Manihot utilissima*, adalah tanaman yang menjadi sumber makanan utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia untuk memenuhi kebutuhan karbohidrat (Moeksin dkk., 2015). Tanaman singkong terkandung nutrisi yang cukup lengkap. Kandungan kimia dan gizi singkong adalah karbohidrat, lemak, protein, serat, vitamin (B1, C), mineral (Fe, F, Ca) dan air bebas nutrisi. Selain itu, umbi singkong mengandung senyawa tanin yang tidak bernutrisi (Ariyani dkk., 2017). Singkong merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia yang memiliki nilai produksi yang sangat besar. Dengan produksi yang melimpah di Indonesia, akan sangat disayangkan apabila pemanfaatannya tidak optimal. (Hasrianti, 2013).

Seiring berkembangnya teknologi saat ini, singkong tidak hanya digunakan sebagai bahan dasar untuk industri makanan dan farmasi, melainkan juga dapat menjadi bahan baku untuk mendukung ketahanan energi suatu negara. Memanfaatkan teknologi biobriket berbahan dasar kulit singkong dapat berkontribusi pada dua hal penting, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar konvensional dan merawat kelestarian lingkungan (Delly dan Saputra, 2014).

II.3.1 Kulit Singkong

Kulit singkong adalah limbah yang dihasilkan dari pengupasan umbi singkong dalam pengolahan produk pangan. Kulit singkong terkandung dalam setiap umbi singkong mencapai 16% berat umbi singkong tersebut (Harahap dkk., 2015). Singkong merupakan tanaman yang dapat diolah untuk mendapatkan suatu

hasil yang lebih dapat dirasakan manfaatnya, Seluruh bagian dari tanaman singkong dapat dimanfaatkan dengan baik. Umbinya bisa diolah menjadi berbagai jenis makanan, sedangkan batangnya sering digunakan sebagai bahan bakar. Daunnya dapat dimasak dan dikonsumsi sebagai sayuran, sementara kulit singkong belum dimanfaatkan sepenuhnya (Deviyanti dkk., 2014). Kulit singkong juga merupakan salah satu sumber selulosa yang berlimpah dan murah. Selulosa adalah polimer alami yang terdapat pada dinding sel tumbuhan dan merupakan bahan dasar pembuatan berbagai produk seperti kertas, tekstil dan arang. Kulit singkong memiliki kadar selulosa yang cukup tinggi, yaitu sekitar 80-85% berat kulit singkong (Santoso dkk., 2012).



Gambar II.1 Kulit Singkong

II.4 Sabut Kelapa

Sebagai negara tropis, Indonesia terkenal sebagai salah satu penghasil kelapa terbesar di dunia. Komposisi kelapa terdiri dari daging kelapa sekitar 28%, tempurung sekitar 12% dan sabut sekitar 35%. Seringkali, sabut kelapa dianggap sebagai limbah sisa dari hasil olahan kelapa. Komponen utama dalam sabut kelapa adalah serat yang menyumbang sekitar 75% dari keseluruhan sabut dan gabus yang membentuk 25%, berfungsi menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Sabut kelapa merupakan salah satu material yang memiliki manfaat besar karena kandungan selulosanya yang tinggi. Dikarenakan kandungan selulosanya yang tinggi, sabut kelapa dianggap sebagai material yang sangat berharga (Gustinenda, 2017). Sabut kelapa memiliki komposisi kimia yang terdiri dari lignin sebanyak 35-45% selulosa sebanyak 23-43%. Dalam upaya untuk memanfaatkan limbah

sabut kelapa, maka bahan tersebut dapat diolah menjadi biobriket yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif (Nurhilal dan Suryaningih, 2018).



Gambar II.2 Sabut Kelapa

II.5 Bahan Perekat

Bahan perekat merujuk pada suatu zat atau bahan yang mampu menghubungkan dua benda melalui ikatan di permukaannya. Dengan adanya perekat dapat menghasilkan ikatan antara partikel yang semakin kuat, sehingga butir-butiran arang akan saling mengikat dan menyebabkan air terikat dalam pori-pori arang (Manisi dkk., 2019). Serbuk arang cenderung bersifat ilmiah saling memisah. Butir-butir arang dapat disatukan dan dibentuk menjadi briket dengan menggunakan bahan perekat. Namun, pemilihan jenis bahan perekat menjadi permasalahan yang penting karena dapat mempengaruhi kualitas briket ketika dibakar atau dinyalakan (Delly dan Saputra, 2014).

Beberapa bahan perekat yang biasa digunakan dalam pembuatan biobriket antara lain kanji dan sagu, tanah liat, semen, natrium silikat, getah karet dan tetes tebu (Arifin dkk., 2018). Terdapat dua kelompok perekat berdasarkan karakteristiknya. Kelompok pertama adalah perekat yang berasap, termasuk tar, *pitch*, *clay* dan molases. Perekat ini dapat menghasilkan biobriket dengan kekuatan tinggi, namun memiliki kecenderungan untuk mengeluarkan banyak asap saat dibakar karena adanya komponen yang mudah menguap. Sementara itu, kelompok kedua adalah perekat yang kurang berasap, seperti pati, dekstrin dan tepung beras. Perekat ini menghasilkan biobriket yang tidak mengeluarkan banyak asap saat dibakar dan memiliki daya tahan yang lebih lama. Namun, biobriket

yang menggunakan perekat ini memiliki nilai kalor yang tidak terlalu tinggi (Ristianingsih dkk., 2015).

II.5.1 Perekat Sintetis

Perekat anorganik pada biobriket umumnya terdiri dari bahan-bahan mineral yang bersifat *inert* atau tidak reaktif terhadap zat-zat lainnya. Contoh perekat anorganik yang sering digunakan dalam pembuatan briket adalah tanah liat, semen, lempung, natrium silikat. Perekat sintetis dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Dalam penggunaannya, perekat anorganik dapat meningkatkan kualitas briket dengan meningkatkan kekuatan dan ketahanannya selama proses pembakaran. Namun, penggunaan perekat anorganik yang berlebihan dapat menurunkan kualitas biobriket karena dapat mengganggu pembakaran yang seimbang dan menghasilkan residu yang tidak terbakar dengan baik. Oleh karena itu, penggunaan perekat anorganik perlu diatur dengan cermat agar dapat menghasilkan biobriket dengan kualitas yang optimal (Thoha, 2010).

II.5.2 Perekat Alami

Penggunaan bahan perekat alami pada pembuatan biobriket cenderung menghasilkan abu yang sedikit ketika biobriket dibakar, umumnya juga dianggap sebagai bahan perekat yang efektif. Contoh dari perekat organik di antaranya pati, tar, aspal, amilum, molase dan parafin (Ristianingsih dkk., 2015). Salah satu perekat organik adalah tepung tapioka yang merupakan olahan dari pati singkong. Pati terdiri dari dua struktur yaitu amilopektin dan amilosa yang merupakan salah satu polimer alami. Amilosa memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket yang mampu berfungsi sebagai perekat dalam pembuatan briket arang. Serupa dengan tapioka, ada beberapa tanaman yang kaya karbohidrat seperti sagu, singkong, jagung, gandum dan ubi jalar yang dapat memberikan pati setelah diekstrak. Pati juga dapat diekstrak dari biji buah-buahan seperti biji nangka, biji alpukat dan biji durian (Cornelia, 2011). Pati (tapioka) yang berasal dari tumbuhan memiliki keunggulan dibandingkan bahan perekat hidrokarbon dalam hal jumlah yang dibutuhkan. Perekat dari pati memerlukan

jumlah yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan perekat hidrokarbon (Saleh, 2013).

II.6 Karbonisasi

Proses karbonisasi merupakan teknik pembakaran bahan organik dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas, sehingga menghasilkan produk berupa arang. prosesnya dengan cara memecah senyawa organik yang membentuk bahan tersebut menjadi uap air (H_2O), metanol (CH_3OH), asam asetat (CH_3COOH) dan hidrokarbon. Dengan kata lain, karbonisasi adalah suatu proses yang digunakan untuk mengubah bahan organik menjadi arang (Fachry dkk., 2010). Dalam proses ini, gas-gas yang terlepas memiliki kandungan nilai kalor yang tinggi dan bisa dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan kalor pada proses karbonisasi. (Parinduri dan Parinduri, 2020).

Proses karbonisasi dibutuhkan untuk menghasilkan kadar karbon yang tinggi dan akan mengurangi kandungan zat *volatile matter* dalam biobriket tersebut. Semakin tinggi kadar karbon, maka dapat meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan (Satmoko dkk., 2013). Surono (2010) menyebutkan bahwa proses karbonisasi berpotensi meningkatkan kadar karbon dan nilai kalor, seperti pada karbonisasi limbah tongkol jagung. Terjadi peningkatan sebesar 65% pada nilai kalor tongkol jagung, serta peningkatan sebesar 67% pada kadar karbonnya, dengan adanya karbonisasi, dapat mengurangi unsur-unsur yang menyebabkan pembentukan asap dan jelaga, sehingga gas buang yang dihasilkan menjadi lebih bersih. Oleh karena itu arang hasil karbonisasi dapat dikonversi menjadi sumber energi ramah lingkungan seperti biobriket.

Proses karbonisasi dapat diuraikan menjadi empat tahap utama. Tahap pertama adalah penguapan air dari bahan baku, yang menyebabkan kelembaban dalam material terhapus. Tahap kedua melibatkan penguraian selulosa menjadi destilat yang sebagian besar terdiri dari asam-asam dan metanol. Pada tahap ini, selulosa terurai secara intensif menghasilkan gas dan sedikit air. Tahap ketiga berfokus pada dekomposisi senyawa lignin, yang menghasilkan peningkatan jumlah tar dalam proses karbonisasi. Seiring dengan waktu dan peningkatan suhu, jumlah tar ini terus bertambah. Sementara itu, tahap terakhir mencakup

pembentukan gas hidrogen, yang merupakan proses kunci dalam tahap pemurnian arang yang dihasilkan (Fachry dkk., 2010).

II.7 Arang

Arang adalah bahan padat berpori yang diperoleh melalui proses proses pembakaran pada suhu tinggi dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas (karbonisasi), sehingga bahan hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Meskipun pori-pori dalam arang terbuka, namun sebagian besar pori-pori tersebut tertutup oleh hidrokarbon, tar dan senyawa organik lainnya (Siahaan dkk., 2013). Pemanfaatan arang memiliki beragam kegunaan yang signifikan, baik sebagai peningkat kesuburan tanah maupun sebagai adsorben yang berkualitas tinggi setelah diaktivasi, teknologi pengepresan dapat memanfaatkan arang sebagai bahan baku untuk menghasilkan briket sebagai sumber energi yang berguna (Haji, 2007).

II.8 Biobriket

Biobriket adalah bahan bakar alternatif yang dibuat dengan mencampurkan limbah biomassa yang memiliki nilai karbon tinggi, yang disebut bioarang. Biobriket dibentuk dari material yang pada awalnya berbentuk serbuk arang yang telah dihaluskan menjadi material yang lebih besar kemudian dipadatkan pada tekanan dan suhu tertentu. Proses ini bertujuan untuk menekan kadar air sebanyak mungkin dan menghasilkan bahan bakar dengan densitas yang tinggi, nilai kalor yang tinggi dan emisi asap yang minimal (Pane, 2015). Bahan utama dalam pembuatan briket adalah biomassa yang mengandung kadar selulosa, lignin, maupun hemiselulosa (Balong dkk., 2016). Selulosa merupakan komponen utama yang terkandung dalam dinding sel tumbuhan, selulosa adalah senyawa organik yang terdiri dari rantai panjang molekul glukosa, yang dapat diubah menjadi sumber energi melalui proses pembakaran. Kandungan selulosa yang tinggi pada bahan baku briket dapat meningkatkan nilai kalor dari briket (Riwayati dkk., 2009). Biobriket memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan arang konvensional. Seperti, biobriket mampu menghasilkan panas pembakaran yang lebih tinggi dan mengurangi emisi asap, sehingga lebih efisien dan ramah

lingkungan. Bentuk dan ukuran bioarang seragam karena dibuat dengan alat pencetak, memastikan konsistensi produk yang lebih baik. Tampilan biobriket lebih menarik karena dapat disesuaikan dengan bentuk dan ukuran sesuai keinginan pembuat, menambah nilai estetika. Biobriket menggunakan bahan baku yang tidak menimbulkan masalah lingkungan, sehingga membantu dalam upaya keberlanjutan dan pengurangan limbah (Rumiyanti dkk., 2018).

Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat biobriket meliputi berat jenis bahan bakar atau serbuk arang, tingkat kehalusan serbuk, suhu karbonisasi dan tekanan yang digunakan saat proses pencetakan. Selain itu, campuran bahan perekat atau formula juga berdampak pada sifat biobriket. Sebagai bahan bakar, briket juga perlu memenuhi sejumlah kriteria penting. Pertama, biobriket harus mudah dinyalakan, sehingga praktis dan efisien. Selain itu, biobriket diharapkan tidak mengeluarkan asap agar proses pembakaran menjadi lebih bersih dan ramah lingkungan. Kriteria selanjutnya adalah briket harus kedap air dan tidak berjamur ketika disimpan dalam jangka waktu lama. Biobriket diharapkan menunjukkan upaya laju pembakaran yang baik dengan waktu, laju pembakaran dan suhu pembakaran yang sesuai. Hal tersebut akan memastikan efisiensi dan performa optimal dari biobriket sebagai bahan bakar (Manisi dkk., 2019). Semakin besar ukuran butir arang yang digunakan dalam pembuatan biobriket, maka waktu yang dibutuhkan untuk membakar biobriket hingga menjadi abu akan semakin singkat. Hal ini dapat mempercepat laju pembakaran yang dihasilkan oleh biobriket (Suryaningsih dkk., 2018).

Tabel II.1 SNI 01-6235-2000 tentang mutu briket

Parameter	Baku Mutu Briket
Kadar air (%)	< 8
Kadar abu (%)	< 8
Kadar zat mudah menguap (%)	<15
Kadar karbon terikat (%)	>77
Nilai Kalor (kal/g)	>5000

II.9 Analisis Karakteristik Biobriket

Kualitas biobriket yang baik adalah memiliki kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap yang rendah, kerapatan, nilai kalor dan suhu yang tinggi. Hal ini berguna untuk mencegah polusi udara yang dapat ditimbulkan dari asap pembakaran yang dihasilkan (Saleh dkk., 2017).

II.9.1 Nilai Kalor

Kalor adalah bentuk energi yang bergerak dari suatu sistem ke lingkungannya karena adanya perbedaan suhu. Kalor mengalir dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah dan dapat menyebabkan perubahan suhu dan atau fase zat. Proses ini disebut sebagai perpindahan kalor atau transfer panas (Ridhuan dan Suranto, 2016). Pengujian nilai kalor dilakukan dengan alat bom kalorimeter bertujuan untuk mengetahui besar energi bruto yang terdapat pada hasil biobriket. Jumlah kalor diukur dalam kalori dan dihasilkan apabila suatu biobriket dioksidasi dengan sempurna di dalam suatu bom kalorimeter disebut energi total dari biobriket (Suryaningsih dkk., 2018).

Nilai kalor suatu bahan bakar dipengaruhi oleh sifat-sifat yang memengaruhi massa jenisnya. Dengan demikian, semakin tinggi berat jenis bahan bakar, maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kalor menggambarkan jumlah energi yang dapat dihasilkan dari pembakaran bahan bakar tersebut. Selain itu, juga berperan dalam menentukan laju pembakaran. Semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar, biasanya laju pembakarannya cenderung lebih lambat. Hal ini berarti bahwa bahan bakar dengan nilai kalor yang tinggi akan melepaskan energi secara perlahan selama proses pembakaran. Sebaliknya, bahan bakar dengan nilai kalor yang rendah cenderung memiliki laju pembakaran yang lebih cepat, karena energi dilepaskan dengan lebih cepat (Tirono dan Sabit, 2011).

II.9.2 Kadar Air

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung didalam suatu benda. Kadar air (*moisture*) yang dianalisa merupakan kandungan uap air bebas (*free moisture*) dari biobriket. Pengurangan berat briket setelah dipanaskan disebabkan

oleh adanya kandungan air dalam briket yang disebut sebagai *free moisture* atau kelembaban bebas. Kelembaban dalam bahan bakar padat dapat terdiri dari dua jenis, yaitu kelembaban internal atau air kristal yang terikat secara kimiawi, serta kelembaban eksternal atau air mekanikal yang berupa air yang menempel pada permukaan bahan dan terikat secara fisis atau mekanis. Kandungan air dalam bahan bakar padat memiliki dampak yang signifikan terhadap mutu bahan bakar. Keberadaan air dapat menurunkan nilai kalor dari briket, karena kalor yang dihasilkan saat pembakaran sebagian akan digunakan untuk menguapkan air tersebut. Selain itu, kelembaban dalam briket juga dapat menurunkan titik nyala bahan bakar, sehingga proses pembakaran menjadi lebih lambat dan tidak efisien. Efek lain dari kelembaban adalah meningkatkan volume gas buang, yang dapat menyebabkan kerugian energi dan meningkatkan emisi gas rumah kaca (Thoha dan Fajrin, 2010).

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air terdapat dalam karbon aktif setelah mengalami karbonisasi. Kadar air yang dihasilkan merupakan ukuran kemampuan zat aktivator sebagai zat pendehidrasi. Semakin rendah kadar air briket, maka briket tersebut memiliki densitas yang lebih tinggi, nilai kalor yang lebih tinggi, serta produksi asap yang lebih sedikit saat digunakan sebagai bahan bakar (Erawati dan Fernando, 2018). Kelembaban yang terkandung dalam biobriket dapat dinyatakan dengan kelembaban bebas. Kelembaban Bebas (*free moisture*) dapat hilang melalui penguapan, misalnya melalui pengeringan udara. Kadar air bebas penting untuk perencanaan peralatan, penanganan dan persiapan biobriket. Kadar air dapat ditentukan dengan memanaskan suatu biobriket antara 104 - 110 °C selama satu jam (Fachry dkk., 2010).

II.9.3 Kadar Abu

Abu adalah sisa mineral yang terbentuk setelah proses pembakaran berlangsung dan semua reaksi serta perubahan kimia yang menyertainya telah selesai. Kadar abu tidak lagi mengandung unsur karbon dan nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar semula (Jaswella, 2022). Abu biobriket dapat berasal dari kandungan bermacam-macam zat mineral yang terdapat pada bahan baku. Biobriket dengan kandungan abu yang tinggi sangat tidak menguntungkan

karena akan membentuk kerak dan menurunkan nilai energinya (Thoha dan Fajrin, 2010). Sehingga penting dilakukannya pengujian kadar abu guna menentukan tingkat kualitas suatu bioriket.

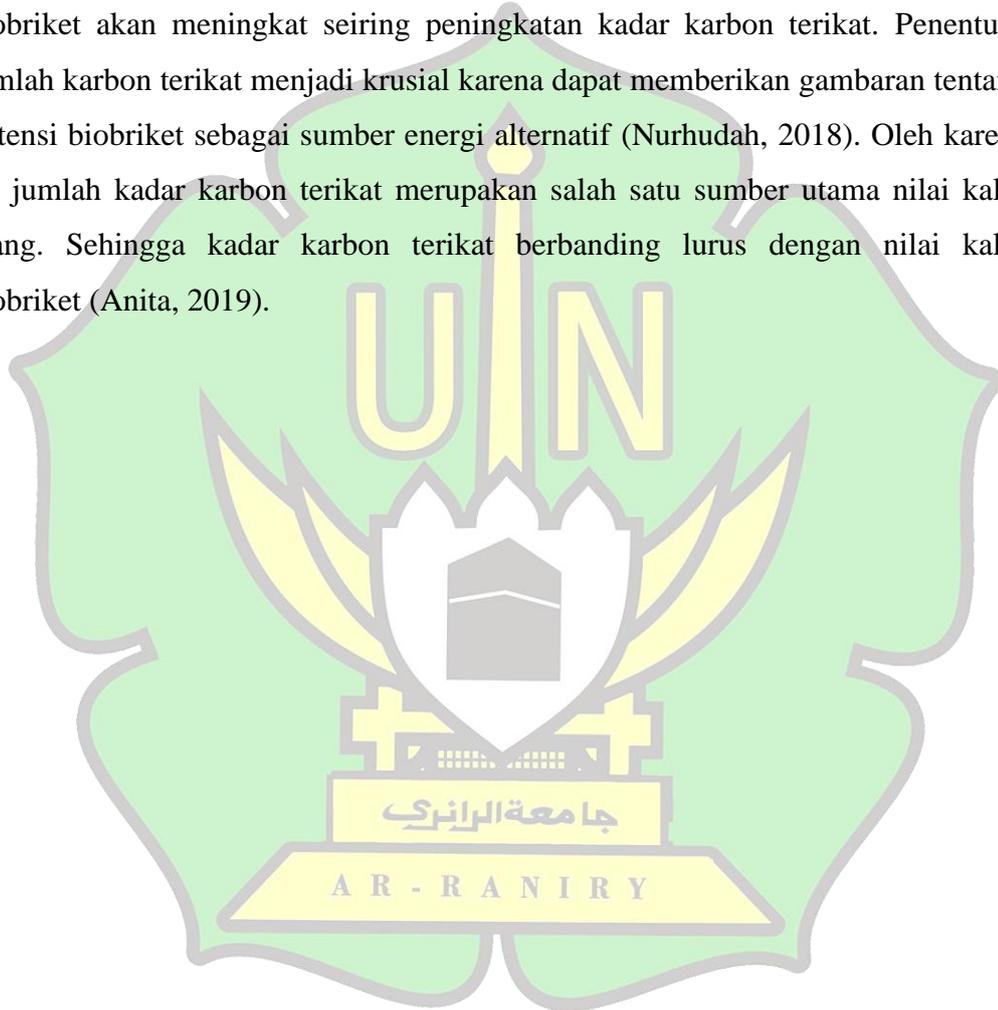
II.9.4 Zat Mudah Menguap

Zat mudah menguap, juga dikenal sebagai *volatile matter*, merupakan sejumlah zat yang menguap dari hasil dekomposisi senyawa organik dan gas-gas yang mudah terbakar seperti hidrogen (H), karbon monoksida (CO), dan metana (CH₄). Namun, dalam zat mudah menguap juga terdapat gas-gas yang tidak terbakar seperti karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O). Zat mudah menguap dihasilkan bila biobriket dipanaskan tanpa udara pada suhu sekitar 950°C (Fachry dkk., 2010). Kadar zat mudah menguap dipengaruhi oleh bahan, suhu dan lama karbonisasi. Semakin lama dan semakin tinggi suhu pengarangan, semakin banyak *volatile matter* yang terbuang, sehingga dapat menghasilkan briket dengan kadar *volatile matter* yang lebih rendah. Oleh karena itu, pada saat pengujian, briket yang mengalami pengarangan dengan waktu dan suhu yang lebih besar cenderung memiliki kadar *volatile matter* yang lebih rendah (Yuliah dkk., 2017).

Kandungan zat mudah menguap memainkan peran krusial dalam menentukan karakteristik pembakaran suatu bahan. Semakin tinggi kandungan zat mudah menguap, maka bahan tersebut akan lebih mudah terbakar dan menyala, sehingga proses pembakarannya berlangsung lebih cepat dan tidak efisien. Kelemahan dari kandungan *volatile matter* yang tinggi, yaitu berkurangnya kadar karbon terikat dalam bahan tersebut. Hal ini berarti potensi untuk menghasilkan energi dengan nilai kalor yang tinggi menjadi berkurang. Sebagai hasilnya, walaupun pembakarannya lebih mudah, nilai energi yang dihasilkan mungkin tidak optimal. Oleh karena itu, dalam penggunaan bahan bakar, perlu dilakukan keseimbangan yang tepat dalam menentukan kandungan *volatile matter* agar dapat memaksimalkan efisiensi dan kualitas pembakaran. Pemahaman mendalam tentang kandungan *volatile matter* akan membantu dalam pengembangan bahan bakar yang efisien, ramah lingkungan dan memiliki nilai kalor yang optimal (Satmoko dkk., 2013).

II.9.5 Kadar Karbon Terikat

Karbon terikat atau *fixed carbon* adalah jumlah karbon yang terkandung dalam biomassa dan tidak teruapkan dalam bentuk gas selama proses pemanasan atau pembakaran. Menganalisis kadar karbon terikat, dapat mengukur kualitas dari suatu biobriket, yaitu bahan bakar padat yang dihasilkan dari biomassa. Semakin tinggi kandungan karbon terikat dalam biobriket, maka semakin tinggi pula kualitasnya. Hal ini disebabkan karena nilai kalor yang dihasilkan oleh biobriket akan meningkat seiring peningkatan kadar karbon terikat. Penentuan jumlah karbon terikat menjadi krusial karena dapat memberikan gambaran tentang potensi biobriket sebagai sumber energi alternatif (Nurhudah, 2018). Oleh karena itu jumlah kadar karbon terikat merupakan salah satu sumber utama nilai kalor arang. Sehingga kadar karbon terikat berbanding lurus dengan nilai kalor biobriket (Anita, 2019).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 06 Desember 2022 – 28 Februari 2023 di Laboratorium Multifungsi Prodi Kimia Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

III.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *furnace (Thermolyne)*, ayakan 50 *mesh*, alu, lumpang, neraca analitik (*BEL Engineering*), oven, pipa cetakan, jangka sorong, bom kalorimeter (*DDS Calorimeters CAL3K*), *stopwatch*, cawan porselin, kaca arloji, cawan petri, gelas ukur, gelas kimia (*Pyrex*), *hot plate* (DLAB), batang pengaduk, desikator, sendok aluminium dan spatula.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit singkong, sabut kelapa, air (H₂O) dan tapioka.

III.3 Rancangan Variabel Penelitian

Rancangan yang digunakan adalah dengan memvariasikan komposisi kulit singkong dan sabut kelapa. Perbandingan percampuran variasi komposisi kulit singkong dan sabut kelapa dengan 5 variasi adalah 100:0%, 75:25%, 50:50%, 25:75% dan 0:100%.

Variabel terikat dengan mengukur kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor.

III.4 Prosedur Kerja

III.4.1 Pembuatan Biobriket

III.4.1.1 Preparasi Bahan dan Karbonisasi

Sampel bahan kulit singkong sebanyak 3 kg dicuci dan dibersihkan dari kotoran tanah, kemudian dipotong-potong kecil kecil, sabut kelapa sebanyak 3 kg dipotong-potong, lalu bahan dikeringkan dibawah sinar matahari selama ±5 hari. Selanjutnya kulit singkong dan sabut kelapa dilakukan karbonisasi dengan

furnace dengan suhu kulit singkong 280°C selama 60 menit dan sabut kelapa pada suhu 260°C selama 60 menit. Arang yang dihasilkan dari proses pengarangan ditumbuk menggunakan lumpang alu, lalu arang yang telah ditumbuk diayak dengan ayakan ukuran 50 *mesh*, sehingga diperoleh serbuk arang.

III.4.1.2 Pembuatan Perekat

Tepung tapioka dibuat dengan perbandingan 1:5 dengan air, ditimbang 20 g tepung tapioka, dimasukkan kedalam air 50 mL dan diaduk, kemudian siapkan 50 mL air yang lainnya untuk dipanaskan pada *hot plate* pada suhu 150°C. setelah air mendidih tuangkan 20 g tepung tapioka yang telah dilarutkan dalam 50 mL air, diaduk agar tidak menggumpal hingga terbentuk lem bening kental (Alfianolita, 2018).

III.4.1.3 Pencampuran Bahan dan Pencetakan Biobriket

Serbuk arang kulit singkong dan sabut kelapa dicampur dengan variasi perbandingan 100:0% (30:0 g), 75:25% (22,5:7,5 g), 50:50% (15:15 g), 25:75% (7,5:22,5 g) dan 0:100% (0:30 g) dengan perekat tapioka sebanyak 20% (6 g). Arang dan perekat dicampur diaduk hingga membentuk adonan briket yang homogen. Adonan arang yang tercampur perekat dimasukkan ke dalam cetakan. Kemudian cetakan dipadatkan. Biobriket yang sudah jadi dikeringkan di dalam oven pada temperatur $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam. Keluarkan briket dari dalam oven dan dilakukan pendinginan dengan cara meletakkannya atau menyimpannya di udara terbuka dengan suhu berkisar 25 hingga 28°C (Alfianolita, 2018).

III.4.2 Uji Mutu Biobriket

III.4.2.1 Uji Kadar Air (SNI 1683:2021)

Pengujian kadar air dilakukan dengan cara menimbang terlebih dahulu berat cawan kosong. Sampel biobriket ditimbang sebanyak ± 1 g kedalam cawan kosong, kemudian catat berat cawan dan sampel sebelum dioven. Masukkan cawan berisi sampel biobriket kedalam oven yang sudah dipanaskan pada suhu 105°C selama ± 3 jam, kemudian angkat dan dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang berat akhir cawan dan sampel (Berlian, 2020).

Rumus :

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \times 100\%$$

Keterangan:

w1 = Bobot wadah kosong (g)

w2 = Bobot wadah kosong + sampel (g)

w3 = Bobot wadah kosong + sampel setelah kering (g)

III.4.2.2 Uji Kadar Abu (SNI 1683:2021)

Pengujian kadar abu dilakukan dengan cara menimbang cawan kosong, kemudian ditimbang biobriket sebanyak ± 2 g dalam cawan kosong. Cawan kosong yang berisi sampel dipanaskan menggunakan *furnace* dengan suhu mencapai 800°C selama 2 jam hingga menjadi abu. Angkat cawan dari dalam *furnace*, dinginkan ± 15 menit kemudian masukkan kedalam desikator. Setelah dingin timbang cawan yang berisi abu dan dihitung kadar abu dengan menggunakan persamaan (Anita, 2019).

Rumus :

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{w_3 - w_1}{w_2 - w_1} \times 100\%$$

Keterangan :

w1 = Bobot wadah kosong (g)

w2 = Bobot wadah kosong + sampel (g)

w3 = Bobot wadah kosong + abu (g)

III.4.2.3 Uji Zat Mudah Menguap (SNI 1683:2021)

Pengujian zat mudah menguap dilakukan dengan cara dioven cawan porselin yang telah bersih pada suhu 105°C selama 1 jam. Mendinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang bobot kosongnya. Menimbang biobriket sebanyak 1 g dan dimasukkan kedalam cawan porselin yang sudah ditimbang bobot kosongnya. Mentanurkan pada suhu 950°C selama 7 menit, didinginkan pada desikator kemudian ditimbang berat cawan dan sampel setelah dipanaskan (Nurhudah, 2018).

Rumus :

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \times 100\%$$

Keterangan :

w1 = Bobot wadah kosong (g)

w2 = Bobot wadah + sampel (g)

w3 = Bobot wadah + sampel setelah dipanaskan (g)

III.4.2.4 Uji Kadar karbon terikat (SNI 1683:2021)

Analisis ini bertujuan untuk menentukan jumlah karbon terikat yang ada dalam briket yang diproduksi. Karbon terikat adalah jumlah karbon yang terikat dalam senyawa organik seperti lignin dan selulosa yang terdapat dalam bahan baku briket. Penentuan kadar karbon terikat dilakukan dengan cara mengurangi angka persentase 100% dengan persentase kadar abu dan bahan mudah menguap. Menghitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - (A+B)$$

Keterangan:

A = Kadar zat mudah menguap (%)

B = Kadar abu (%)

III.4.2.5 Uji Nilai Kalor (SNI 01-6235-2000)

Nilai kalor biobriket ditentukan dengan alat bom kalorimeter, dilakukan preparasi dengan menimbang $\pm 0,5$ g sampel ke dalam cangkang kapsul, diletakkan dalam cawan, Memasang benang pembakar dari katun pada kawat yang menghubungkan kedua kutub *bomb head*, pelintir benang sampai ujungnya tertimbun sempurna dengan kapsul sampel. Masukkan ke dalam *vessel*, *vessel* diisi oksigen dengan tekanan 3000 kPa yang berfungsi sebagai oksidator, memungkinkan reaksi pembakaran yang kompleks terjadi dengan cepat dan efisien. Efek pembakaran sampel berupa panas yang menyebabkan kenaikan temperatur pada bejana (*vessel*) dan menghasilkan nilai kalor sampel (Berlian, 2020).

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Data Hasil Pengamatan

IV.1.1 Hasil Rendemen Arang

Hasil rendemen arang kulit singkong dan sabut kelapa dengan proses karbonisasi dapat dilihat pada Tabel IV.1 berikut.

Tabel IV.1 Hasil Rendemen Arang

Jenis sampel	Berat sampel	Berat arang	Rendemen (%)
Kulit singkong	3000 g	550 g	18 %
Sabut Kelapa	3000 g	490 g	16,33 %

IV.1.2 Hasil Uji Mutu Pembuatan Biobriket

Hasil uji mutu biobriket dengan bahan campuran limbah kulit singkong dan sabut kelapa dapat dilihat pada Tabel IV.2 berikut.

Tabel IV.2 Hasil Uji Mutu Biobriket

Variasi	Hasil	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat mudah menguap (%)	Kadar Karbon Terikat (%)	Nilai Kalor (kal/g)
A		6,84	6,14	18,20	75,66	6.389,904
B		6,73	6,27	15,47	78,06	5.924,093

C		5,45	7,23	14,37	78,4	6.425,276
D		6,16	6,16	15,56	78,28	6.075,141
E		5,85	7,68	15,67	76,65	5.870,796
<hr/>						
SNI 01-6235-2000		<8	<8	<15	>77	>5000
<hr/>						

Keterangan:

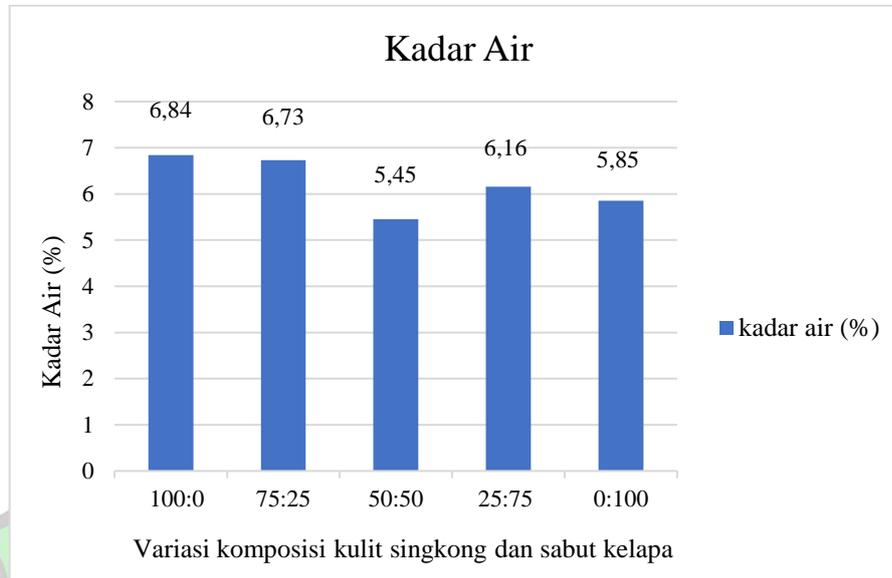
- A = Kulit Singkong 100:0 Sabut Kelapa
- B = Kulit Singkong 75:25 Sabut Kelapa
- C = Kulit Singkong 50:50 Sabut Kelapa
- D = Kulit Singkong 25:75 Sabut Kelapa
- E = Kulit Singkong 0:100 Sabut Kelapa

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya kandungan air yang terdapat dalam suatu bahan biobriket yang menjadi salah satu parameter uji mutu kualitas biobriket (Rahmadani dkk., 2017). Berdasarkan Tabel IV.1 hasil uji kadar air yang terdapat pada biobriket berkisar antara 5,45 – 6,84 %, dengan kadar air terendah pada variasi 50% kulit singkong dan 50% sabut kelapa, sedangkan kadar air tertinggi pada variasi 100% kulit singkong. Hal ini telah menunjukkan bahwa banyaknya kadar air pada biobriket masih memenuhi baku mutu SNI 01-6235-2000 tentang mutu briket yaitu kadar air di bawah 8%. Kadar air terendah dan tertinggi yang diperoleh lebih rendah dibanding penelitian Nurhudah (2018) yaitu kadar air

berkisar 7,38 - 9,67%, terendah ada pada perbandingan 90% kulit kapuk dan 10% kulit singkong, sedangkan tertinggi pada perbandingan 30% kulit kapuk dan 70% kulit singkong.



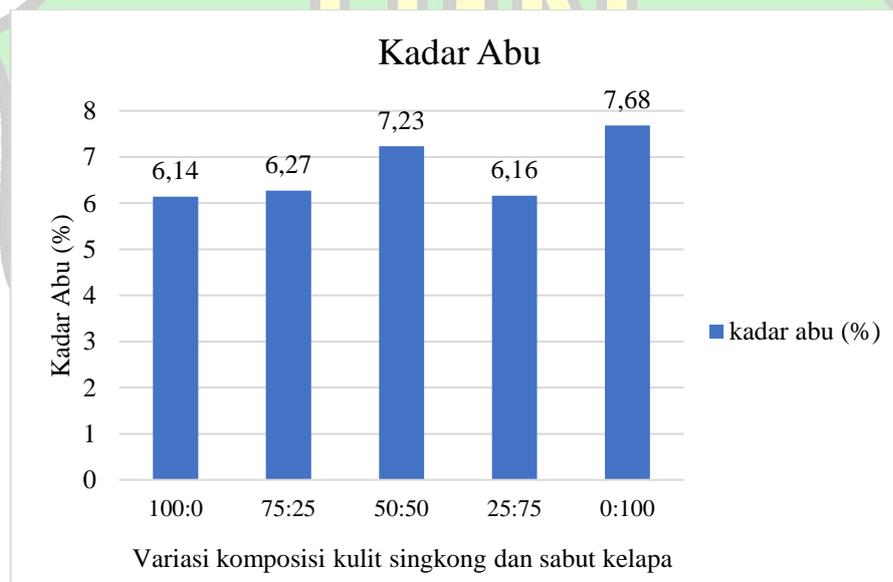
Gambar IV.1 Pengaruh variasi komposisi kulit singkong dan sabut kelapa terhadap (%) kadar air

Namun demikian, terlihat bahwa nilai kadar air yang begitu fluktuatif dari kelima variasi. Semakin banyak jumlah kulit singkong dalam komposisi biobriket menunjukkan kadar air menjadi tinggi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh suhu pengeringan dan kombinasi bahan arang kulit singkong yang mengandung pati dan perekat dari tepung tapioka yang terbuat dari pati singkong. Pati mengandung amilopektin yang cenderung menyerap dan mempertahankan air dalam strukturnya (Rahmadani dkk, 2017). Menurut Jaswella dkk. (2018) salah satu penyebab rendah maupun tingginya kadar air juga dapat dipengaruhi penambahan perekat biobriket, campuran perekat dan arang yang tidak merata sehingga bagian biobriket yang lebih banyak mengandung perekat menjadi lebih padat, menyebabkan pori-pori biobriket semakin kecil dan pada saat dikeringkan air yang terperangkap di dalamnya sulit untuk menguap. Semakin tinggi kadar air akan menyebabkan kualitas biobriket menurun karena sejumlah nilai kalor

digunakan untuk penguapan air, sehingga sulit untuk dibakar dan dapat menurunkan titik nyala.

IV.2.2 Kadar Abu

Kadar abu adalah banyaknya sisa (residu) pembakaran zat anorganik pada biobriket yang tidak mengandung unsur karbon di dalamnya (Nurhilal dan Suryaningsih, 2018). Hasil pengujian kadar abu pada tabel IV.1 menunjukkan kadar abu berkisar antara 6,14 – 7,93%, biobriket dengan variasi 100% kulit singkong mengandung kadar abu paling rendah yaitu 6,14%, sedangkan variasi 100% sabut kelapa mengandung kadar abu tertinggi yaitu 7,23%. Hasil tersebut telah memenuhi syarat baku mutu dalam SNI 01-6235-2000 tentang mutu briket arang kayu, dengan minimal kadar air di bawah 8%.



Gambar IV.2 Pengaruh variasi komposisi kulit singkong dan sabut kelapa terhadap (%) kadar abu

Menurut Moeksin dkk. (2015) Jenis bahan baku yang digunakan dan komposisi pembentuk biobriket dapat mempengaruhi kadar abu yang dihasilkan oleh biobriket. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menunjukkan bahwa kadar abu menjadi lebih rendah saat persentase kulit singkong lebih banyak dalam variasi bahan biobriket. Kulit singkong kaya akan unsur organik, kandungan

selulosa, hemiselulosa dan lignin. Kulit singkong juga mengandung lebih sedikit mineral yang berkontribusi pada pembentukan abu (Nurhudah, 2018). Hal ini juga sejalan menurut penelitian Nurhilal dan Suryaningsih (2018) pada biobriket dengan perbandingan komposisi 90% sabut kelapa dan 10% tempurung kelapa menghasilkan kadar abu tertinggi yaitu 3,63%, sedangkan pada komposisi 50% sabut kelapa dan 50% tempurung kelapa menghasilkan kadar abu paling rendah yaitu sebesar 2,86%. Semakin besar penambahan sabut kelapa maka kadar abu cenderung meningkat, karena pada sabut kelapa mengandung mineral padat seperti kalium (K), kalsium (Ca), natrium (Na) dan magnesium (Mg) yang tidak dapat terbakar, sehingga meninggalkan abu setelah pembakaran (Defianti, 2016).

Meskipun telah sejalan dengan penelitian sebelumnya, namun terlihat nilai kadar abu yang lebih tinggi pada penelitian ini yaitu 7,68% pada komposisi 100% sabut kelapa, dibandingkan penelitian Nurhilal dan Suryaningsih (2018) yang hanya 3,63% pada komposisi 90% sabut kelapa dan 10% tempurung kelapa. Hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan metode karbonisasi, suhu dan lama waktu karbonisasi yang dilakukan. Penelitian sebelumnya karbonisasi dilakukan dengan tungku yang terbuat dari bahan pelat besi pada suhu rendah selama 4 jam. Menurut Junary dkk. (2015) kadar abu akan semakin kecil jika dilakukan proses karbonisasi dengan suhu rendah, namun dapat menyebabkan kadar zat mudah menguap menjadi tinggi, dan sebaliknya. Sedangkan pada penelitian ini karbonisasi sabut kelapa dilakukan dengan tanur (*furnace*) pada suhu 260°C selama 60 menit. Karbonisasi dengan suhu di bawah 300°C dilakukan agar sabut kelapa yang terdiri dari serat dan lignin tersebut tidak terbakar yang menyebabkan arang tidak terbentuk secara sempurna atau bahkan meningkatkan kadar abu. Pari dkk. (2006) menjelaskan bahwa suhu karbonisasi yang terlalu tinggi dapat merusak struktur lignin dan selulosa yang terkandung dalam karbon arang, sehingga dapat meningkatkan kadar abu yang mempengaruhi terhadap nilai kalor.

IV.2.3 Kadar Zat Mudah Menguap

Pengujian kadar zat mudah menguap dilakukan untuk melihat banyaknya sisa dari senyawa-senyawa pada arang yang telah terdekomposisi dan mudah menguap setelah dilakukan pembakaran pada suhu tinggi (Saleh dkk., 2017).

Hasil pembakaran dengan suhu 950°C selama 7 menit menunjukkan bahwa biobriket dengan variasi 100% kulit singkong memiliki kandungan zat mudah menguap (*volatile matter*) yang lebih tinggi yaitu 18,20%, dibandingkan dengan variasi 100% sabut kelapa sebesar 15,67% dan variasi campuran keduanya berkisar 14,37-15,57%. Kadar terendah ada pada variasi 50:50 yaitu 14,47% dan telah memenuhi standar mutu kadar zat mudah menguap pada biobriket, sedangkan variasi 100:0, 75:25, 25:75 dan 0:100 tidak memenuhi standar karena kadar yang melebihi 15%. Perbedaan kadar zat mudah menguap pada beberapa variasi ini dapat disebabkan oleh kandungan lignin dan selulosa yang lebih tinggi pada kulit singkong dibandingkan sabut kelapa.



Gambar IV.3 Pengaruh variasi komposisi kulit singkong dan sabut kelapa terhadap (%) zat mudah menguap

Meskipun hasil kadar zat mudah menguap yang memenuhi standar hanya pada variasi 50:50%, namun hasil yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dari hasil penelitian Nurhilal dan Suryaningsih (2018) dengan kadar zat menguap berkisar antara 32,4-33,45%. Menurut Junary dkk. (2015) kadar zat mudah menguap lebih rendah dapat dipengaruhi oleh kandungan bahan dan proses karbonisasi dengan suhu lebih tinggi, namun dapat menyebabkan kadar abu menjadi tinggi, dan berbanding sebaliknya. Hal senada juga disampaikan oleh Maryono dkk. (2013) kadar zat menguap dalam suatu bahan dipengaruhi oleh

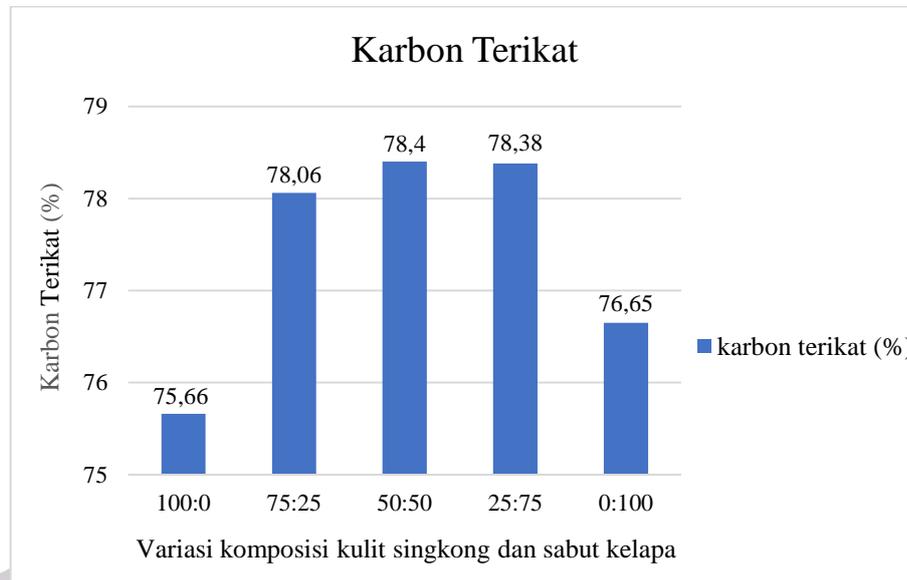
suhu dan durasi proses pengeringan. Apabila proses pengeringan tidak sempurna, maka kadar zat menguap akan tinggi. Suhu yang tinggi dan waktu pengeringan yang lama akan menyebabkan banyak zat menguap terbuang. Sehingga, saat menguji kadar zat menguap, hasilnya akan menunjukkan kadar yang rendah. Semakin banyaknya zat mudah menguap suatu bahan baku arang, maka kandungan karbon di dalamnya akan semakin kecil. Hal ini juga dapat menyebabkan struktur biobriket menjadi lebih ringan dan tidak padat.

Menurut Watkins dkk. (2015) Kandungan seperti lignin dan selulosa pada biomassa dapat menghasilkan produk sampingan yang mudah menguap saat proses pembakaran seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂) dan metana (CH₄). Selain itu komponen perekat yang digunakan adalah tapioka yang terbuat dari pati singkong yang terdiri dari karbohidrat seperti amilosa dan amilopektin. Ketika dipanaskan, komponen tersebut juga ikut menguap sehingga dapat menyebabkan peningkatan kadar zat mudah menguap yang dihasilkan (Anita, 2019). Oleh karena itu, pemilihan bahan baku yang tepat sangat penting dalam menghasilkan biobriket arang berkualitas tinggi dengan kandungan zat mudah menguap yang sesuai.

IV.2.4 Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat dapat digunakan sebagai indikator melihat efisiensi biobriket dalam menghasilkan energi. Kadar karbon terikat pada biobriket adalah banyaknya jumlah karbon yang terkandung dalam biobriket setelah mengalami proses pembakaran atau pengeringan. Semakin tinggi kadar karbon terikat pada biobriket maka semakin baik kualitasnya sebagai sumber energi alternatif (Kholil, 2017). Karbon terbentuk dari proses karbonisasi, karbonisasi dilakukan dalam kondisi tanpa atau terbatasnya pasokan oksigen. Hal ini mencegah terjadinya oksidasi bahan organik yang dapat menghasilkan senyawa-senyawa oksida non-karbon. Tanpa adanya oksigen yang cukup, zat-zat non-karbon seperti hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N) dan sebagian belerang terlepas dalam bentuk gas volatil, seperti uap air (H₂O), karbon dioksida (CO₂) (Kalsum, 2016). Semakin banyak karbon terikat dalam bahan biobriket, semakin banyak karbon yang tersedia untuk bereaksi dengan oksigen. Hal ini berkaitan dengan jumlah karbon

yang teroksidasi akan meningkat, sehingga jumlah energi panas (kalor) yang dihasilkan juga akan meningkat (Chen dkk, 2021).



Gambar IV.4 Pengaruh variasi komposisi kulit singkong dan sabut kelapa terhadap (%) kadar karbon terikat

Penentuan jumlah nilai karbon terikat tidak ditentukan secara analisis melainkan hasil dari pengurangan angka 100% dengan angka yang diperoleh dari penjumlahan kadar abu dan zat mudah menguap (Aljarwi, 2020). Berdasarkan hasil pada tabel IV.1 di atas menunjukkan hasil karbon terikat pada variasi 75:25, 50:50 dan 25:75 masing-masing 78,06%, 78,4% dan 78,28% telah memenuhi batas standar mutu kadar karbon terikat karena melebihi kadar 77%. Sedangkan variasi 100% kulit singkong dan 100% sabut kelapa diperoleh kadar karbon terikat 75,66 dan 76,65% yang tidak mencapai standar mutu. Namun demikian kadar karbon terikat yang dihasilkan pada penelitian ini lebih tinggi dari penelitian yang dilakukan Nurhilal dan Suryaningsih (2018) dengan kadar karbon terikat yang hanya berkisar antara 56,63-59,35%. Menurut Surono (2010) Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh rendahnya nilai kadar abu dan kadar zat mudah menguap, sedangkan yang mempengaruhi rendahnya nilai kadar abu dan kadar zat mudah menguap dapat disebabkan dengan semakin tinggi temperatur karbonisasi

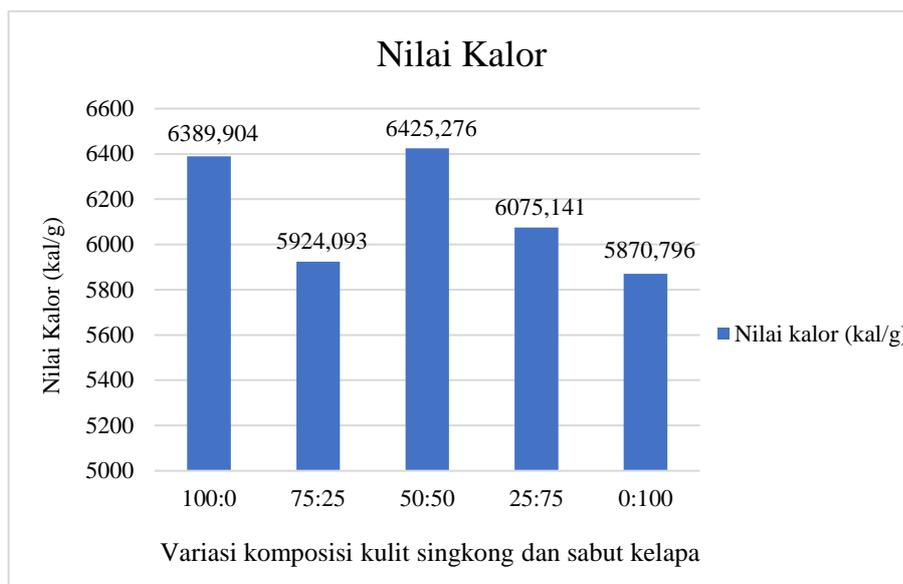
pada bahan baku, maka kadar zat mudah menguap di dalam arang semakin rendah sementara kadar karbonnya semakin tinggi, maupun sebaliknya.

Atom karbon dari selulosa memainkan peran krusial dalam pembentukan struktur karbon dalam proses pembuatan arang. Selulosa adalah polimer linier yang terbentuk dari unit monomer glukosa yang saling berikatan satu sama lain melalui ikatan beta 1,4-glukosida. Proses dekomposisi selulosa menyebabkan atom hidrogen dan oksigen dalam selulosa terlepas, sementara atom karbon tetap tersisa. Atom karbon yang terkonsentrasi inilah yang membentuk struktur padat dalam arang. Dengan demikian, karbon dalam selulosa menjadi komponen utama dari struktur karbon dalam arang yang dihasilkan (Pari, 2011).

IV.2.5 Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor merupakan salah satu parameter penting terhadap suatu biobriket, bertujuan untuk melihat besaran energi panas yang bisa dihasilkan saat massa bahan terjadi pembakaran sempurna (Anita, 2019). Jenis bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biobriket dapat mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan. Jenis bahan baku yang digunakan tidak hanya mempengaruhi nilai kalor, tetapi juga dapat mempengaruhi kualitas biobriket secara keseluruhan. Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah kulit singkong dan sabut kelapa dengan 5 variasi. Data pengujian nilai kalor pada tabel 4.1 menunjukkan nilai kalor terendah ada pada variasi 25% kulit singkong dan 75% sabut kelapa yaitu 5.870,796 kal/g, sedangkan yang tertinggi ada pada variasi seimbang antara 50% kulit singkong dan 50% sabut kelapa sebesar 6.425,276 kal/g. Hasil pada variasi ini tidak jauh berbeda dengan variasi 100% kulit singkong yaitu 6.389,904 kal/g.

Secara umum penambahan kulit singkong pada penelitian ini berpengaruh signifikan terhadap peningkatan nilai kalor biobriket yang dihasilkan, karena pada kulit singkong mengandung kadar karbon, lignin dan selulosa yang lebih tinggi dibandingkan sabut kelapa. Banyaknya kulit singkong telah menunjukkan bahwa nilai kalor menjadi meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian Nurhudah (2018) pada biobriket dengan perbandingan 90% kulit singkong dan 10% kulit kapuk menghasilkan kalor tertinggi yaitu sebesar 6.845 kal/g, lebih tinggi dari nilai kalor tertinggi pada penelitian ini yang hanya sebesar 6.425,276 kal/g.

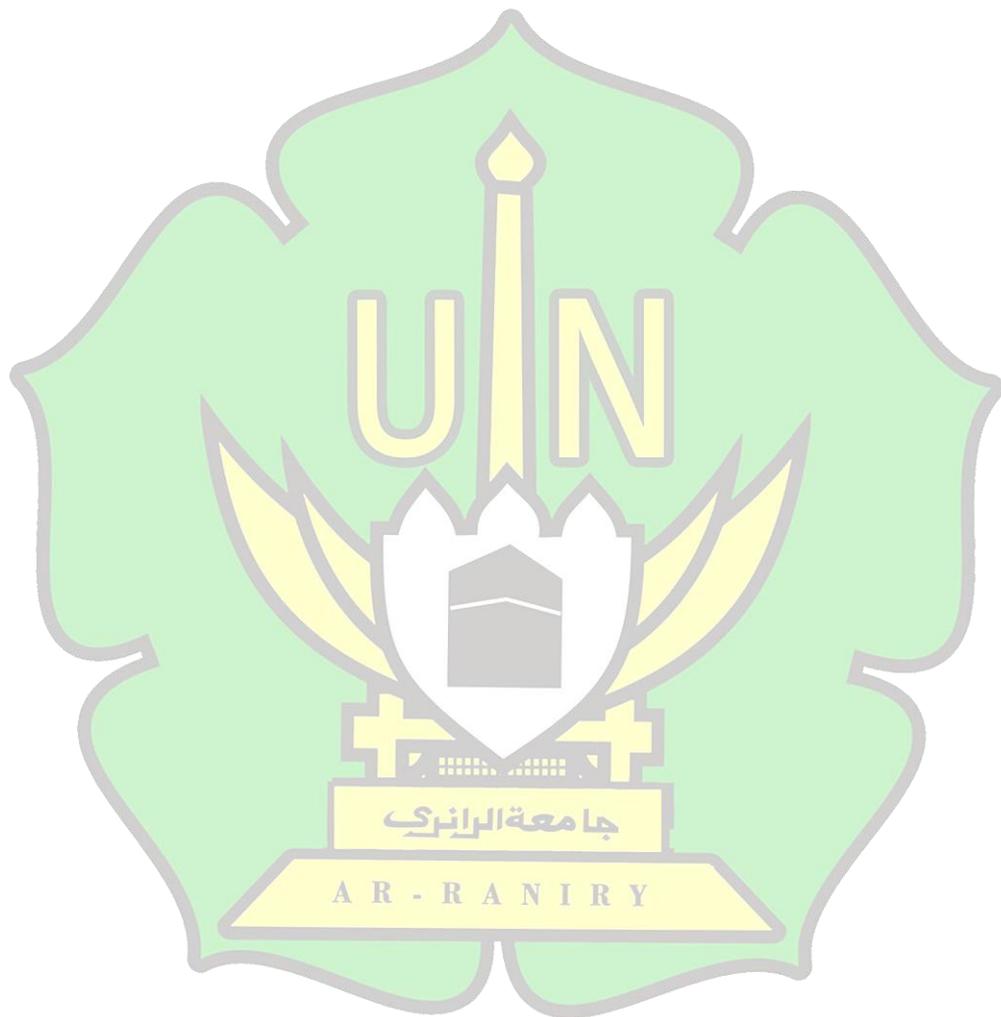


Gambar IV.5 Pengaruh variasi komposisi kulit singkong dan sabut kelapa terhadap nilai kalor

Hal yang dapat menyebabkan nilai kalor pada penelitian sebelumnya lebih tinggi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti perbedaan campuran, variasi dan jenis perekat. Pada jenis perekat, Nurhudah (2018) menggunakan perekat getah pinus. Menurut Riwayati (2005) salah satu keunggulan dari getah pinus mengandung senyawa organik hidrokarbon, sedangkan tapioka mengandung polimer karbohidrat, sehingga getah pinus dapat meningkatkan kadar karbon terikat pada biobriket. Namun terdapat kekurangan seperti, harga perekat yang lebih mahal dibanding perekat pati tepung tapioka, mengasilkan asap hitam dan bau kurang sedap pada pembakaran biobriket (Pratiwi dan Mukhaimin, 2021).

Secara kimia, panas kalor yang dihasilkan oleh biobriket terkait erat dengan jumlah karbon yang terikat dalam bahan bakunya. Hal ini berkaitan dengan konsep nilai kalor atau nilai energi kalor (*heat energy value*) dari suatu bahan bakar. Karbon dalam bahan biomassa merupakan bahan organik yang mengandung energi kimia dalam ikatan karbon-hidrogen (C-H) dan ikatan karbon-karbon (C-C). Ketika biobriket dibakar, terjadi reaksi oksidasi antara karbon dalam bahan bakar dan oksigen dalam udara. Selama reaksi oksidasi, ikatan kimia antara karbon dan oksigen diputus, dan energi dilepaskan dalam bentuk panas. Semakin banyak karbon yang terikat dalam bahan bakar, semakin

banyak karbon yang akan bereaksi dengan oksigen, sehingga menghasilkan panas. Bahan bakar dengan kandungan karbon yang lebih tinggi akan memiliki nilai kalor yang lebih tinggi (Chen dkk., 2021).



BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik biobriket dihasilkan pada 5 variasi adalah sebagai berikut.
 - a. Biobriket variasi 100% kulit singkong menghasilkan kadar air sebesar 6,84%, kadar abu 6,14%, kadar zat mudah menguap 18,20%, kadar karbon terikat 75,66% dan nilai kalor 6.389,904 kal/g.
 - b. Biobriket variasi 75% kulit singkong dan 25% sabut kelapa menghasilkan kadar air sebesar 6,73%, kadar abu 6,27%, kadar zat mudah menguap 15,47%, kadar karbon terikat 78,06% dan nilai kalor 5.924,093 kal/g.
 - c. Biobriket variasi 50% kulit singkong dan 50% sabut kelapa menghasilkan kadar air sebesar 5,45%, kadar abu 7,23%, kadar zat mudah menguap 14,37%, kadar karbon terikat 78,4% dan nilai kalor 6.425,276 kal/g.
 - d. Biobriket variasi 25% kulit singkong dan 75% sabut kelapa menghasilkan kadar air sebesar 6,16%, kadar abu 6,16%, kadar zat mudah menguap 15,56%, kadar karbon terikat 78,28% dan nilai kalor 6.075,141 kal/g.
 - e. Biobriket variasi 100% sabut kelapa menghasilkan kadar air sebesar 5,85%, kadar abu 7,68%, kadar zat mudah menguap 15,67%, kadar karbon terikat 76,65% dan nilai kalor 5.870,796 kal/g.
2. Variasi komposisi campuran 50% arang kulit singkong dan 50% sabut kelapa mendapatkan kualitas biobriket yang optimum, dengan nilai kalor 6.425,276 kal/g

V.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah memanfaatkan sumber material yang tidak produktif untuk pembuatan biobriket dengan bahan perekat selain tapioka.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfianolita, Y., “Perbandingan Variasi Perekat pada Pembuatan Briket Tempurung Kelapa (Studi Kasus: Kecamatan Sutera Kabupaten Pesisir Selatan),” Sekolah Tinggi Teknologi Industri, Padang, 2018.
- Aljarwi, M. A., Pangga, D., & Ahzan, S. (2020). Uji laju pembakaran dan nilai kalor briket wafer sekam padi dengan variasi tekanan. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 200-206.
- Anita, M. F., “Pembuatan Briket Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guenensis Jacq*) Dengan Menggunakan Perekat Biji Durian Sebagai Energi Baru Terbarukan,” Universitas Sumatera Utara, Medan, 2019.
- Arhamsyah, A. (2010). Pemanfaatan Biomassa Kayu Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(1), 42-45.
- Arifin, Z., Hantaru., & Nuriana, W. (2018). Nilai Kalor Briket Limbah Kayu Sengon Dengan Perekat Maizena Lebih Tinggi Di Bandingkan Tapioka, Sagu Dan Tepung Singkong. *Jurnal Pilar Teknologi*, 3(2), 38.
- Ariyani, A., Putri, A. R., Eka, R. P., & Fathoni, R. (2017). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Arang Aktif Dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Suhu. *Konversi*, 6(1), 7-11.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). Briket Arang Kayu. SNI 01-6235-2000.
- Badan Standarisasi Nasional. (2021). Arang Kayu. SNI 1683:2021.
- Balong, S., Isa, I., & Iyabu, H. (2016). Karakterisasi Biobriket dari Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Entropi*, 11(2), 148.
- Berlian, R. I., “Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong dan Sekam Padi Dalam Pembuatan Biobriket Dengan Perekat Tapioka Sebagai Bahan Alternatif Biomassa,” Universitas Islam Negeri Mataram, Mataram, 2020.
- Chen, W. H., Lin, B. J., Lin, Y. Y., Chu, Y. S., Ubando, A. T., Show, P. L., ... & Pétrissans, M. (2021). Progress in biomass torrefaction: Principles, applications and challenges. *Progress in Energy and Combustion Science*, 82, 100887.
- Cornelia, M., Syarief, R., Effendi. H., & Nurtama, B. (2011) Pemanfaatan Biji Durian (*Durio zibenthinus Murr.*) dan Pati Sagu (*Metroxylon sp.*) dalam Pembuatan Bioplastik. *Jurnal Kimia*, 35(1), 20-29.

- Defiyanti, L., "Analisis Briket Limbah Tempurung Kelapa dan Minyak Tanah Ditinjau dari Nilai Kalori dan Keekonomisan di Kecamatan Sipora Utara Kabupaten Kepulauan Mentawai," Sekolah Tinggi Teknologi Industri, Padang, 2016.
- Delly, J., & Saputra, N. (2014). Proses Pembuatan Briket Berbasis Kulit Singkong Dan Kajian Eksperimen Parametris Pengaruh Bahan Perekatnya Terhadap Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(1), 1-3.
- Deviyanti., Side, S., & Herawati, N. (2014). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong terhadap Ion Logam Timbal (Pb^{2+}), *Jurnal Chemica*, 15(2), 59.
- Erawati, E., & Fernando, A. (2018). Pengaruh Jenis Aktivator dan Ukuran Karbon Aktif Terhadap Pembuatan Adsorbent dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Jurnal Integrasi Proses*, 7(2).
- Faujiah., "Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah (*Nyfa fruticans Wurbm*)," Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar, 2016.
- Gustinenda, B. Y., "Sintesis superabsorben aerogel selulosa berbasis sabut kelapa," Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2017.
- Haji, A. G. (2007). Konversi Sampah Organik Menjadi Komarasca (Kompos-Arang Aktif-Asap Cair) dan Aplikasinya Pada Tanaman Daun Dewa. Institut Pertanian Bogor.
- Harahap, H., Kelvin, H., Adrian, H., Elmer, S., & Indra, S. (2015). Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Termodifikasi Alkanolamida Sebagai Bahan Pengisi Dalam Produk Lateks Karet Alam: Pengaruh Waktu Vulkanisasi, *Majalah Kulit Karet Dan Plastik*, 31(1), 2.
- Haryanti, P., Setyawati, R., & Wicaksono, R. (2014). Pengaruh Suhu dan Lama Pemanasan Suspensi Pati serta Konsentrasi Butanol Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati Tinggi Amilosa dari Tapioka. *Agritech*, 34(3), 308-315.
- Hasrianti. (2013). Adsorpsi Ion Cd^{2+} Pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong. *Jurnal Dinamika*, 4(2), 67.
- Jaswella, R. W. A., Sudding., & Ramdani. (2022). Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Chemica*, 23(1), 10-17.
- Junary, E., Pane, J. P., & Herlina, N. (2015). Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Penambahan Kapur Dalam Pembuatan Briket Arang

- Berbahan Baku Pelelah Aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(2), 33.
- Kalsum, U. (2016). Pembuatan Briket Arang dari Campuran Limbah Tongkol Jagung, Kulit Durian dan Serbuk Gergaji Menggunakan Perekat Tapioka. *Jurnal Distilasi*, 1(1), 41-50.
- Karim, M. A., Ariyanto, E., & Firmansyah, A. (2014). Biobriket Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan. *Jurnal Reaktor*, 15(1), 59.
- Kholil, A. "Analisis Fisis Briket Arang dari Sampah Berbahan Alami Kulit Buah dan Pelelah Salak," Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2017.
- Manisi, L., Kadir., & Kadir, A. (2019). Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Karakteristik Briket Campuran Sekam Padi dan Kulit Jambu Mete, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 4(2), 60-67.
- Maryono., Sudding., & Rahmawati. (2013). Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji, *Jurnal Chemica*, 14(1), 82.
- Maulinda, L., Nasrul, Z. A., & Sari, D. N. (2015). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11.
- Moeksin, R., Kunchoro, A., & Zecy, R. U. A. (2015). Pengaruh Komposisi Pembuatan Biobriket Dari Campuran Serbuk Gergaji, Kulit Singkong dan Batubara Terhadap Nilai Pembakaran. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(4), 21.
- Nawawi, D. S., Carolina, A., Saskia, T., Darmawan, D., & Gusvina, S. L. (2018). Karakteristik Kimia Biomassa untuk Energi (Chemical Characteristics of Biomass for Energy). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 16(1), 44-51.
- Nisa, D., & Putri, W. D. R. (2014). Pemanfaatan Selulosa dari Kulit Buah Kakao (*Teobroma cacao L.*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 37.
- Nurhilal, O., & Suryaningsih, S. (2018). Pengaruh komposisi campuran sabut dan tempurung kelapa terhadap nilai kalor biobriket dengan perekat molase. *JIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 2(1), 8-14.
- Nurhudah., "Pembuatan Briket dari Campuran Limbah Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) dan Kulit Kapuk (*Ceiba pentandra (L.) Gaertn*) dengan Perekat Getah Pinus," Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar, 2018.

- Papilo, P. (2012). Briket Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Bernilai Ekonomis dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Sains Teknologi dan Industri*, 9(2), 67-78.
- Pari, G. (2011). Pengaruh Selulosa Terhadap Struktur Karbon Arang Bagian I: Pengaruh Suhu Karbonisasi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(1), 33-45.
- Pari, G., Sofyan, K., Syafii, W., Buchari, B., & Yamamoto, H. (2006). Kajian Struktur Arang dari Lignin. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(1), 9-20.
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2).
- Pratiwi, V. D., & Mukhaimin, I. (2021). Pengaruh Suhu dan Jenis Perekat Terhadap Kualitas Biobriket dari Ampas Kopi dengan Metode Torefaksi. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 4(1), 39.
- Rahmadani., Hamzah, F., & Hamzah, F. H. (2017). Pembuatan Briket Arang Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) Dengan Perekat Pati Sagu (*Metroxylon sago Rott.*). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 4(1), 4-5.
- Ridhuan, K., & Suranto, J. (2016). Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori. *Jurnal Turbo Teknik Mesin UMMETRO*, 5(1).
- Riwayati, I. (2005). Pengaruh Jumlah Adsorben Karbon Aktif dan Waktu Proses Bleaching pada Pengolahan Gondorukem. *Majalah Ilmiah Momentum*, 1(2).
- Riwayati, I., Hartati, I., Kurniasari, L., & Ratnani, R. D. (2009). Produksi Bioetanol dari Bonggol Jagung Melalui Proses Hidrolisa Selulosa Secara Enzymatis Menggunakan *Trichordema Reesei*. *Jurnal Momentum*, 5(2),
- Rumiyanti, L., Irnanda, A., & Hendronursito, Y. (2018). Analisis Proksimat Pada Briket Arang Limbah Pertanian. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 3(1), 16.
- Saleh, A. (2013). Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Pada Biobriket Batang Jagung (*Zea mays L*), *Jurnal Teknosains*, 7(1), 78-89.
- Saleh, A., Novianty, L., Murni, S., & Nurrahma, A. (2017). Analisis Kualitas Briket Serbuk Gergaji Kayu Dengan Penambahan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Al-Kimia*, 5(1), 22.
- Santoso, S. P., Sanjaya, N., & Ayucitra, A. (2018). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Pembuatan Natrium Karbosimetil Selulosa. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11(3), 124-131.

- Sari, A. N., Nurhilal, O., & Suryaningsih, S. (2018). Pengaruh Konsentrasi Briket Campuran Sekam Padi dan Serutan Kayu Albasia Terhadap Emisi Karbon Monoksida dan Laju Pembakaran. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 8(2), 25-32.
- Satmoko, M. E. A., Saputro, D. D., & Budiyo, A. (2013). Karakterisasi Briket Dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon Dengan Metode Cetak Panas. *Journal of Mechanical Engineering Learning*, 2(1).
- 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).
- Sinurat, E., "Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif," Universitas Hasanuddin, Makassar, 2011.
- Surono, U. B. (2010). Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dengan Proses Karbonisasi dan Pembriketan. *Jurnal Rekayasa Proses*, 4(1), 13.
- Suryaningsih, S., Nurhilal, O., & Affandi, K. A. (2018). Pengaruh Ukuran Butir Briket Campuran Sekam Padi Dengan Serbuk Kayu Jati Terhadap Emisi Karbon Monoksida (CO) dan Laju Pembakaran. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 2(1), 15-17.
- Thoha, M. Y., & Fajrin, D. E. (2010). Pembuatan Briket Arang Dari Daun Jati Dengan Sagu Aren Sebagai Pengikat. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1).
- Tirono, M., & Sabit, A. (2011). Efek Suhu Pada Proses Perangangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa (*Coconut Shell Charcoal*). *Jurnal Neutrino*, 3(2).
- Watkins, D., Nuruddin, M., Hosur, M., Tcherbi-Narteh, A., & Jeelani, S. (2015). Extraction and characterization of lignin from different biomass resources. *Journal of Materials Research and Technology*, 4(1), 30-31.
- Yuliah, Y., Suryaningsih, S., & Ulfi, K. (2017). Penentuan Kadar Air Hilang dan Volatile Matter pada Bio-briket dari Campuran Arang Sekam Padi dan Batok Kelapa. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 1(1), 52-54.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja

a. Preparasi Sampel

Kulit Singkong

- Diambil kulit singkong
- Dicuci dan dibersihkan
- Dipotong kecil-kecil
- Dikeringkan di bawah sinar matahari selama 5 hari

Kulit Singkong kering

b. Karbonisasi

Kulit Singkong kering

- Diambil kulit singkong kering
- Dimasukkan ke dalam *furnace*
- Diatur suhu *furnace* pada suhu 280°C
- Dikarbonisasi selama 60 menit

Arang

Sabut Kelapa

- Diambil sabut kelapa
- Dimasukkan ke dalam *furnace*
- Diatur suhu *furnace* pada suhu 260°C
- Dikarbonisasi selama 60 menit

Arang

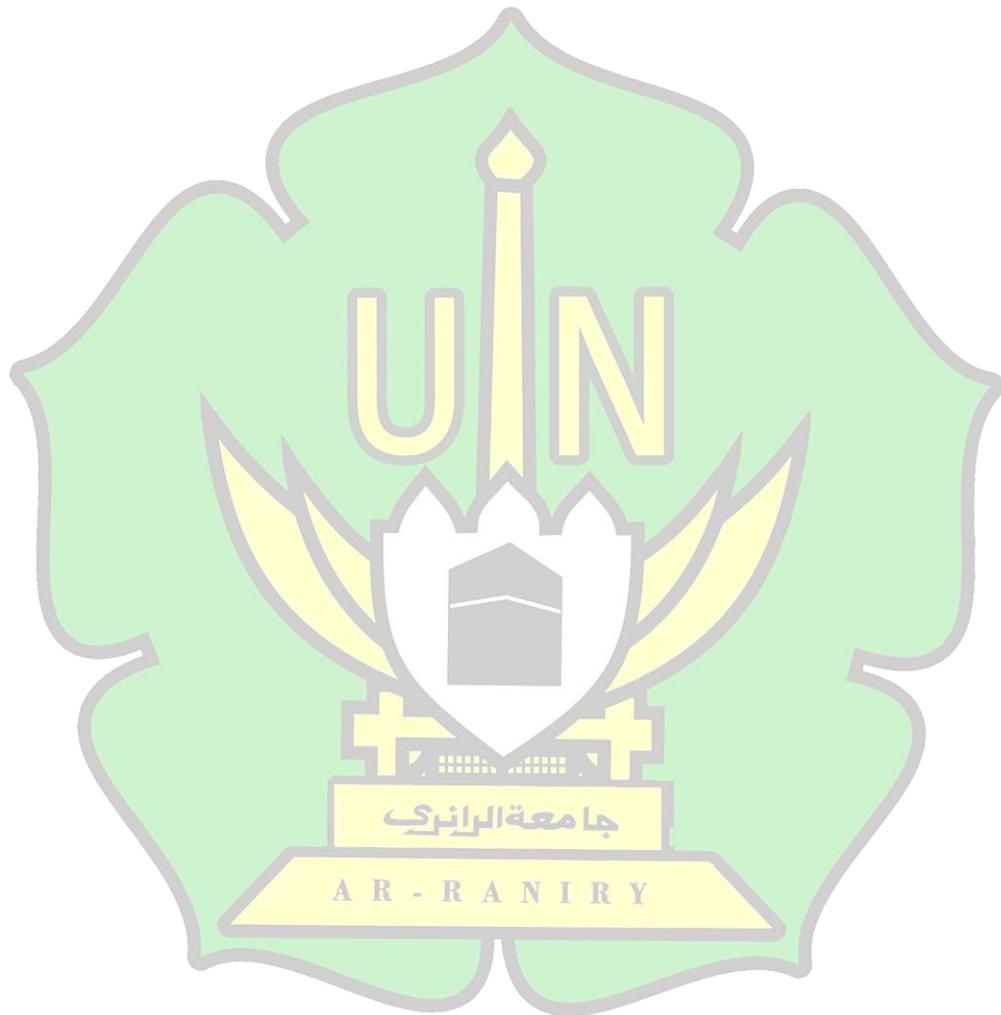
c. Pembuatan Biobriket

Arang

- Dihaluskan dan diayak dengan *mesh* 50
- Dibuat 5 variasi campuran arang, 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 dan 0:100
- Ditambahkan perekat 20%
- Dicitak biobriket

Dikeringkan pada oven suhu 60°C selama 24 jam

Biobriket



Lampiran 2. Perhitungan

1. Rendemen

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat arang (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

a. Kulit singkong

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{550 \text{ g}}{3000 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen} = 18\%$$

b. Sabut kelapa

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{490 \text{ g}}{3000 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen} = 16,33\%$$

2. Kadar Air

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \times 100\%$$

Keterangan:

w1 = Bobot wadah kosong (g)

w2 = Bobot wadah kosong + sampel, (g)

w3 = Bobot wadah kosong + sampel setelah kering (g)

KS = Kulit singkong

SK = Sabut kelapa

a. KS 100:0 SK

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{53,9497 - 53,8812}{53,9497 - 52,9493} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{0,0685}{1,0004} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = 6,84 \%$$

b. KS 75:25 SK

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{55,5256-55,4582}{55,5256-54,5253} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{0,0674}{1,0003} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = 6,73 \%$$

c. KS 50:50 SK

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{53,6439-53,5893}{53,6439-52,6435} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{0,0546}{1,0004} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = 5,45 \%$$

d. KS 25:75 SK

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{54,0184-53,9567}{54,0184-53,0178} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{0,0617}{1,0006} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = 6,16 \%$$

e. KS 0:100 SK

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{52,6181-52,5595}{52,6181-51,6180} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{0,0586}{1,0001} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = 5,85 \%$$

3. Kadar Abu

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100 \%$$

Keterangan:

W_1 = Bobot wadah kosong (g)

W_2 = Bobot wadah kosong + sampel (g)

W_3 = Bobot wadah kosong + abu (g)

a. KS 100:0 SK

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{90,5436-90,4206}{92,4212-90,4206} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{0,123}{2,0006} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = 6,14 \%$$

b. KS 75:25 SK

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{100,2049-100,0794}{102,0802-100,0794} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{0,1255}{2,0008} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = 6,27 \%$$

c. KS 50:50 SK

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{94,0153-93,8705}{95,8711-93,8705} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{0,1448}{2,0006} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = 7,23 \%$$

d. KS 25:75 SK

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{96,2178-96,0945}{98,0953-96,0945} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{0,1233}{2,0008} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = 6,16 \%$$

e. KS 0:100 SK

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{94,6766-94,5231}{96,5242-94,5231} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{0,1535}{2,0011} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = 7,67 \%$$

4. Kadar Zat Mudah Menguap

$$\% \text{ Kadar Zat Mudah Menguap} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100 \%$$

Keterangan:

W_1 = Bobot wadah kosong (g)

W_2 = Bobot wadah + sampel (g)

W_3 = Bobot wadah + sampel setelah dipanaskan (g)

a. KS 100:0 SK

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{92,4793 - 92,1151}{92,4793 - 90,4786} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{0,3642}{2,0007} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = 18,20 \%$$

b. KS 75:25 SK

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{102,1483 - 101,8371}{102,1483 - 100,1480} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{0,3112}{2,0003} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = 15,55 \%$$

c. KS 50:50 SK

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{95,9424 - 95,6547}{95,9424 - 93,9417} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{0,2877}{2,0007} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = 14,37 \%$$

d. KS 25:75 SK

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{98,1563 - 97,8449}{98,1563 - 96,1558} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{0,3114}{2,0005} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = 15,56 \%$$

e. KS 0:100 SK

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{96,6179-96,3043}{96,6179-94,6176} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = \frac{0,3642}{2,0003} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar zat mudah menguap} = 15,67\%$$

5. Kadar karbon Terikat

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - (A+B)$$

Keterangan:

A = Kadar zat mudah menguap (%)

B = Kadar abu (%)

a. KS 100:0 SK

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - (18,20 + 6,14)$$

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - 24,34$$

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 75,66 \%$$

b. KS 75:25 SK

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - (15,67 + 6,27)$$

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - 21,94$$

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 78,06 \%$$

c. KS 50:50 SK

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - (14,37 + 7,23)$$

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - 21,6$$

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 78,4 \%$$

d. KS 25:75 SK

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - (15,56 + 6,16)$$

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - 21,72$$

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 78,28 \%$$

e. KS 0:100 SK

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - (15,67 + 7,68)$$

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 100 \% - 23,35$$

$$\% \text{ Kadar Karbon Terikat} = 76,65 \%$$

6. Nilai Kalor

a. KS 100:0 SK

$$\text{Nilai kalor} = \text{KJ} \times \text{kal}$$

$$\text{Nilai kalor} = 26.736 \text{ KJ} \times 0,239 \text{ kal}$$

$$\text{Nilai kalor} = 6.389,904 \text{ kal/g}$$

b. KS 75:25 SK

$$\text{Nilai kalor} = \text{KJ} \times \text{kal}$$

$$\text{Nilai kalor} = 24.784 \text{ KJ} \times 0,239 \text{ kal}$$

$$\text{Nilai kalor} = 5.923,376 \text{ kal/g}$$

c. KS 50:50 SK

$$\text{Nilai kalor} = \text{KJ} \times \text{kal}$$

$$\text{Nilai kalor} = 26.884 \text{ KJ} \times 0,239 \text{ kal}$$

$$\text{Nilai kalor} = 6.425,276 \text{ kal/g}$$

d. KS 25:75 SK

$$\text{Nilai kalor} = \text{KJ} \times \text{kal}$$

$$\text{Nilai kalor} = 25.419 \text{ KJ} \times 0,239 \text{ kal}$$

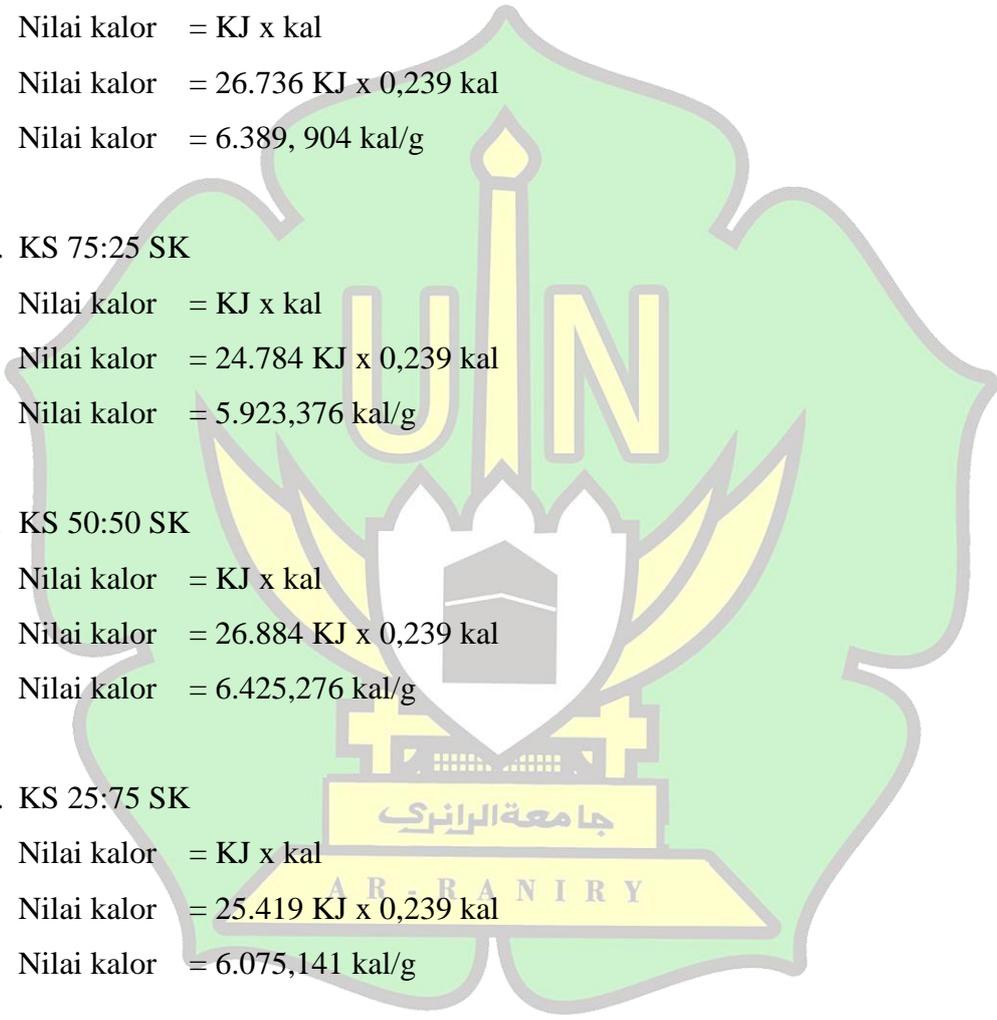
$$\text{Nilai kalor} = 6.075,141 \text{ kal/g}$$

e. KS 0:100 SK

$$\text{Nilai kalor} = \text{KJ} \times \text{kal}$$

$$\text{Nilai kalor} = 24.564 \text{ KJ} \times 0,239 \text{ kal}$$

$$\text{Nilai kalor} = 5.870,796 \text{ kal/g}$$



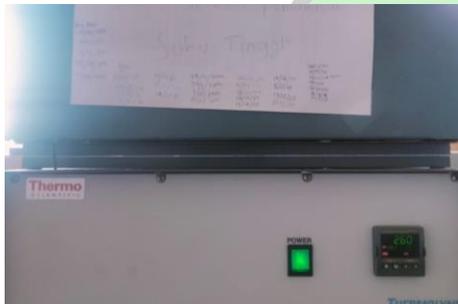
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Kulit singkong



Gambar 2. Sabut kelapa



Gambar 3. Karbonisasi



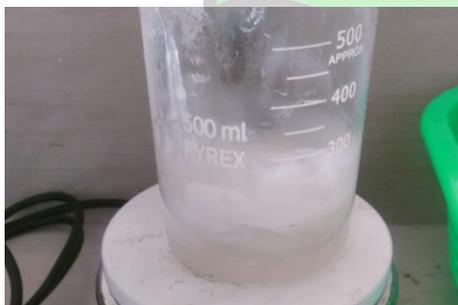
Gambar 4. Hasil karbonisasi



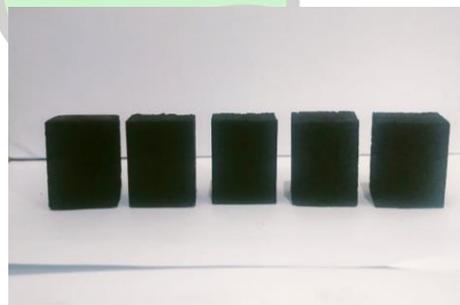
Gambar 5. penghalusan



Gambar 6. Pengayakan



Gambar 7. Perekat



Gambar 8. Biobriket

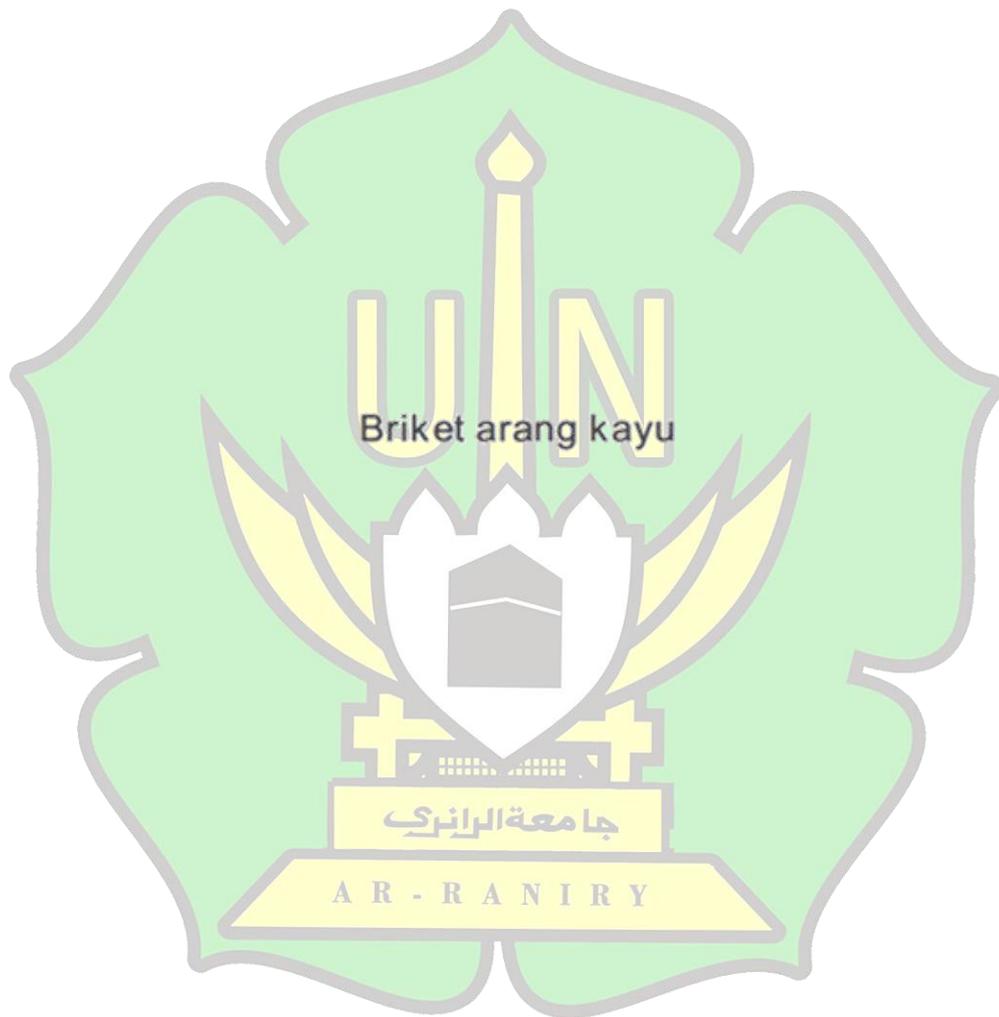


Gambar 9. Menimbang sampel



Gambar 10. Bom kalorimeter





Briket arang kayu

1 Ruang Lingkup.

Standar ini meliputi ruang lingkup, acuan, definisi, syarat mutu, pengambilan contoh, cara uji, syarat lulus uji, syarat penandaan dan pengemasan untuk briket arang kayu.

2 Acuan

2.1 SNI. 06-3730-1995, Arang aktif teknis

2.2 *BSI (BS 1016 : Part 5: 1977). Methods for Analysis and Testing of Coal and Coke.*

3 Definisi.

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

4 Syarat mutu

Syarat mutu briket arang kayu seperti yang tertera di bawah ini.

Tabel

Spesifikasi persyaratan mutu briket arang kayu

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Kadar air b/b	%	Maksimum 8
2.	Bagian yang hilang pada pemanasan 90 °C	%	Maksimum 15
3.	Kadar abu	%	Maksimum 8
4.	Kalori (ADBK)	kal/g	Minimum 5000

5 Pengambilan contoh

Cara pengambilan contoh sesuai dengan SNI. 19-0428-1998, Petunjuk pengambilan contoh padatan.

RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA PRIBADI

Nama : Nailul Autar
Tempat, Tanggal lahir : Kluet Selatan, 14 Maret 2000
Jenis Kelamin : Laki-laki
Kewarganegaraan : Indonesia
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswa
No. Handphone : +6285270371342
Email : nailulautarian@gmail.com
Alamat : Dsn. Sinar Harapan, Desa. Ujung Padang, Kec. Kluet Selatan, Kab. Aceh Selatan



RIWAYAT PENDIDIKAN

1. Sekolah Dasar Negeri Ujung Padang (2005-2011)
2. Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 Aceh Selatan (2011-2014)
3. Madarasah Aliyah Negeri 2 Aceh Selatan (2014-2017)
4. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh (2018-2023)

