

Performance test of a parabolic reflector solar cooker in the Lhokseumawe Region

Yasir Amani*, Muhammad Sayuthi, Dede Irawan, Faisal Muhammad Nur, Heindrix Hidayat

Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Malikussaleh University, Aceh, Indonesia

*Corresponding Author: [yasir.amani @unimal.ac.id](mailto:yasir.amani@unimal.ac.id)

Article Processing Dates:

Received 2025-07-23

Accepted 2025-09-28

Available online 2025-09-30

Keywords:

Biobriquettes

Coffee Skin

Sugarcane Bagasse

Sodium Silicate

Calorific Value

Abstract

Utilizing agricultural waste as an alternative energy source is an effort to reduce dependence on fossil fuels and its negative impact on the environment. This research aims to examine the characteristics of biobriquettes from a mixture of coffee husk waste and sugarcane bagasse using sodium silicate adhesive, as well as analyzing the effect of variations in material composition on the physical and thermal properties of biobriquettes. The composition of the ingredients was varied in five ratios of coffee skins and sugar cane bagasse (80:20, 70:30, 50:50, 30:70, and 20:80) grams with 15% Sodium Silicate adhesive. The proximate test results showed that the highest water content was 4.336%, the highest ash content was 0.69%, the highest volatile matter was 87.218%, and the highest bound carbon was 17.946%. For the test results, the highest calorific value was 6231.715 cal/gram with a composition of 80 coffee skins and 20 grams of sugar cane bagasse. This research proves that a mixture of coffee skins and sugar cane bagasse with sodium silicate adhesive has great potential as an alternative fuel, with the dominance of coffee skins producing more optimal biobriquette characteristics.

Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi (*Coffea Husk*) Dan Limbah Ampas Tebu (*Bagasse*) Sebagai Biobriket

Abstrak Pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber energi alternatif merupakan salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik biobriket dari campuran limbah kulit kopi dan ampas tebu dengan menggunakan perekat natrium silikat, serta menganalisis pengaruh variasi komposisi bahan terhadap sifat fisik dan termal biobriket. Komposisi bahan divariasikan dalam lima perbandingan kulit kopi dan ampas tebu (80:20, 70:30, 50:50, 30:70, dan 20:80) gram dengan 15% perekat natrium silikat. Hasil uji proximate menunjukkan bahwa kadar air tertinggi sebesar 4,336%, kadar abu tertinggi 0,69%, zat terbang tertinggi 87,218%, dan karbon terikat tertinggi mencapai 17,946%. Untuk hasil pengujian, nilai kalor tertinggi sebesar 6231,715 kal/gram pada komposisi 80 kulit kopi dan 20 gram ampas tebu. Penelitian ini membuktikan bahwa campuran kulit kopi dan ampas tebu dengan perekat natrium silikat memiliki potensi besar sebagai bahan bakar alternatif, dengan dominasi kulit kopi yang menghasilkan karakteristik biobriket yang lebih optimal.

Kata kunci: Biobriket, Kulit Kopi, Ampas Tebu, Natrium Silikat, Nilai Kalor,

1. Pendahuluan

1. Latar Belakang

Permasalahan energi telah menjadi salah satu isu global yang mendesak. Ketergantungan yang terus meningkat pada bahan bakar fosil menyebabkan berkurangnya cadangan energi terbarukan dan membawa dampak negatif bagi lingkungan. Sumber energi utama dunia, seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara, telah digunakan selama beberapa dekade. Namun pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan emisi gas rumah kaca, termasuk karbon dioksida (CO₂), yang menjadi kontributor utama perubahan iklim. Selain itu, aktivitas dan ekstraksi bahan bakar fosil juga menyebabkan kerusakan ekosistem dan penurunan keanekaragaman hayati [1]. Dalam upaya untuk mengatasi permasalahan ini,

penelitian dan pengembangan bahan bakar alternatif menjadi sangat penting. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah dengan penggunaan bahan bakar padat, khususnya biomassa, sebagai sumber energi yang terbarukan dan ramah lingkungan [2]. Bahan pembuatan biomassa dapat diperoleh dari limbah pertanian, limbah industri dan limbah rumah tangga. Dalam rangka pemanfaatannya sebagai bahan bakar maka limbah tersebut dapat diolah menjadi bahan bakar padat dalam bentuk biobriket.

Penyebaran tanaman kopi di Indonesia yang luas, terutama di daerah penghasil kopi seperti Kabupaten Aceh Tengah, menyebabkan produksi kopi yang tinggi dan menghasilkan limbah kulit kopi yang semakin meningkat [3]. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah kulit kopi sebagai bahan pembuatan biobriket dapat menjadi solusi untuk

mengatasi masalah limbah tersebut. Pengolahan limbah kulit kopi menjadi biobriket tidak hanya dapat memperbaiki penampilan dan kualitas limbah ini, tetapi juga dapat meningkatkan nilai ekonomisnya.

Potensi pemanfaatan limbah kulit kopi ini cukup besar, mengingat Kabupaten Aceh Tengah dikenal sebagai salah satu daerah penghasil kopi utama di Indonesia. Limbah kulit kopi di daerah ini sering kali hanya dibuang atau dibiarkan. Padahal, limbah kulit kopi merupakan limbah organik yang memiliki peluang untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif, bahan biobriket, atau bahkan bahan dalam sediaan farmasi dan kosmetik. Limbah kulit kopi cocok untuk dijadikan bahan dasar pembuatan biobriket karena memiliki sifat difusi termal yang baik, yang disebabkan oleh tingginya kandungan selulosa dan lignin dalam limbah tersebut [4].

Ampas tebu merupakan sisa dari proses ekstraksi tebu untuk menghasilkan gula ataupun air gula, yang biasanya hanya dibiarkan begitu saja. Padahal, ampas tebu memiliki kandungan energi yang cukup tinggi dan dapat diolah menjadi bahan bakar padat seperti biobriket. Kandungan energi yang ada pada ampas tebu cukup tinggi, menjadikannya pilihan yang baik sebagai bahan bakar alternatif. Dengan kadar abu yang rendah dan kandungan karbon yang tinggi, ampas tebu dapat diolah menjadi biobriket, biopellet, atau bahkan dijadikan bahan bakar dalam bentuk lainnya [5]. Namun, dalam pembuatannya, diperlukan bahan perekat untuk meningkatkan kepadatan dan ketahanan biobriket mekanik agar efisien saat dibakar.

Perekat yang sering digunakan pada pembuatan biobriket antara lain kanji, sagu, getah karet, semen, natrium silikat dan tetes tebu. Mutu biobriket yang baik adalah biobriket yang memenuhi standar mutu agar dapat digunakan sesuai keperluannya. Sifat-sifat penting dari biobriket yang mempengaruhi kualitas bahan bakar adalah sifat fisik dan kimia seperti kadar air, kadar abu, kadar zat yang hilang dan nilai kalor. Kadar air, kadar abu dan kadar zat yang hilang diharapkan serendah mungkin sedangkan nilai kalor diharapkan setinggi mungkin. Mutu biobriket juga dipengaruhi oleh keberadaan perekat dalam biobriket baik jumlah maupun jenis perekat serta cara pengujian yang digunakan [6].

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Wulandari, dkk, (2025) [7], yaitu tentang analisis briket arang kulit kopi robusta dengan variasi konsentrasi perekat tepung tapioka sebagai bahan bakar alternatif, yang menyatakan bahwa hasil penelitian variasi konsentrasi perekat tepung tapioka berpengaruh signifikan terhadap parameter yang diamati. Konsentrasi perekat 10% (P3) menghasilkan briket dengan kadar air 7,76%, kadar abu 8,78%, dan nilai kalor tertinggi 4887,50 kalori. Briket dengan konsentrasi perekat 10% merupakan pilihan terbaik dalam penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Pasaribu (2022) tentang produksi biobriket dari limbah ampas tebu industri gula dengan metode pirolisis menyatakan bahwa biobriket ampas tebu memiliki potensi yang besar sebagai bahan bakar terbarukan. Pengaruh temperatur pemanasan, bahan perekat dan metode karbonasi mempengaruhi jumlah kandungan air dan nilai kalor. Biobriket ampas tebu memiliki potensi yang besar sebagai bahan bakar terbarukan. Hasil penelitian diperoleh bahwa nilai kadar air terendah biobriket adalah 9,2% dan nilai kalori tertinggi adalah 3.214 kal/g [8].

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan dkk. (2020) tentang kualitas biobriket ampas tebu hasil

pirolisis sebagai sumber energi alternatif menyatakan bahwa kualitas biobriket dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kadar air dan nilai kalor. Biobriket yang memiliki kualitas terbaik adalah pada AT 1, massa 10 g, dengan komposisi perekat 20 g, dengan nilai kadar air 6,4%, nilai kalor 5171,8048 cal/g. Sedangkan pada perbandingan kualitas briket pada AT 2, massa 13 g, dengan komposisi perekat 40 g, dengan kadar 9,8%, dan nilai kalor 3657,352 cal/g. Oleh karena itu biobriket pada AT 1 dikategorikan sangat baik sehingga terbukti bahwa semakin rendah komposisi suatu bahan perekat maka kualitas briket yang dihasilkan semakin tinggi pula [9].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini berfokus pada bagaimana pemanfaatan limbah kulit kopi yang tersedia di Kabupaten Aceh Tengah serta limbah ampas tebu dapat diolah menjadi biobriket, serta bagaimana pengaruh variasi campuran kedua bahan tersebut dengan perekat natrium silikat terhadap karakteristik biobriket, khususnya nilai kalor dan parameter proximate yang meliputi kadar air, kadar abu, zat terbang, dan karbon terikat.

Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses pemanfaatan limbah kulit kopi dan ampas tebu dalam pembuatan biobriket, serta menganalisis pengaruh variasi komposisi campuran dengan perekat natrium silikat terhadap karakteristik biobriket, terutama yang berkaitan dengan nilai kalor dan parameter proximate yang meliputi kadar air, kadar abu, zat terbang, dan karbon terikat.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk mendukung pada penelitian ini yaitu :

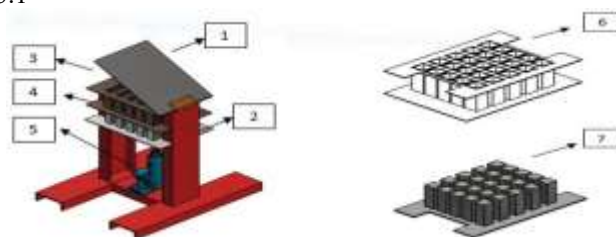
1. Kulit kopi
Sebagai bahan baku untuk pembuatan biobriket pada penelitian ini.
2. Ampas Tebu
Sebagai bahan baku untuk pembuatan biobriket pada penelitian ini.
3. Natrium Silikat
Digunakan sebagai media untuk pembuatan perekat pada biobriket
4. Air
Digunakan sebagai campuran pada natrium silikat untuk dibuat sebagai perekat

2.2. Peralatan

Pada penelitian ini ada peralatan yang digunakan baik pada proses pembuatan biobriket maupun pada proses pengujian.

1. Mesin Press

Mesin press adalah alat yang digunakan untuk melakukan proses pemadatan pada bahan baku. Berikut komponen – komponen utama dari mesin press dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 1. Desain Mesin Press Briket

Keterangan :

1. Plat penutup
2. Rangka
3. Cetakan
4. Plat penekan
5. *Jack Hydraulic*
6. Cetakan
7. Penekan

Berdasarkan komponen yang ditunjukkan Gambar 3.1, bahan yang digunakan untuk konstruksi mesin pengepres ini adalah sebagai berikut:

- a. Penutup menggunakan material *plat mild steal* dengan ketebalan 5 mm berfungsi untuk menahan briket agar tidak keluar
- b. Rangka *Mild Steal* ukuran – C 5 x 9 – berfungsi sebagai tiang utama
- c. Cetakan *Hollow* ukuran 25 x 25 mm berfungsi sebagai tempat briket untuk di cetak
- d. Ukuran kedalaman cetakan briket 80 mm
- e. Dongkrak *Hydrolic* bagian dari alat yang berfungsi untuk menghasilkan tekanan pemadatan pada alat pres yang digunakan
- f. Alat pengukur tekanan pada hidrolik yang digunakan pada mesin pres briket yaitu *Pressure gauge*

2. Furnance

Furnance berfungsi untuk memanaskan biobriket untuk pengujian analisis proksimat. *Furnance* ditenagai oleh aliran listrik yang mampu menghasilkan panas mulai dari 200°C sampai 1100°C Gambar dari *Furnance* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Furnance*

3. Oven

Pada umumnya oven digunakan untuk sterilisasi atau pembersihan dengan menggunakan udara kering. Oven mampu menghasilkan temperatur hingga 1700°C. Pada penelitian ini oven digunakan untuk pengujian kadar air pada biobriket. Gambar dari oven dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Oven

4. Pengayak (mesh)

Berfungsi untuk memisahkan ukuran serbuk hasil penggilingan agar mendapatkan ukuran serbuk yang seragam. Untuk ukuran *mesh* yang digunakan yaitu *mesh* 20 yang terbuat dari *steenles steal*

5. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang jumlah bahan baku dan menentukan berat perekat

6. Wadah Alumunium

Wadah aluminium berfungsi sebagai tempat pencampuran serbuk kulit kopi ,ampas tebu dan perekat.

2.3 Variabel Penelitian

Untuk mendukung hasil optimal pada penelitian pembuatan biobriket ini, digunakan variabel penelitian. Di mana variabel-variabel tersebut yaitu variabel tetap, variabel bebas dan variabel terikat.

2.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang memengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. 80 gram kulit kopi dicampur dengan 20 gram ampas tebu.
2. 70 gram kulit kopi dicampur dengan 30 gram ampas tebu.
3. 50 gram kulit kopi dicampur dengan 50 gram ampas tebu.
4. 30 gram kulit kopi dicampur dengan 70 gram ampas tebu.
5. 20 gram kulit kopi dicampur dengan 80 gram ampas tebu

2.3.2 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah variabel yang tidak berubah sepanjang penelitian atau eksperimen. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa dampak yang diamati pada variabel lain tidak terpengaruh oleh perubahan variabel tetap tersebut. Adapun variabel tetap penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan yaitu kulit kopi dan ampas tebu
2. Berat yang digunakan permasing - masing variabel yaitu 155 gram
3. Jenis perekat yang digunakan yaitu natrium silikat
4. Metode pembuatan Biobriket Non-karbonisasi (Tanpa pembakaran)
5. Tekanan cetak biobriket 150 kg/cm²
6. Menggunakan ayakan ukuran mesh 20.

2.3.3 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian karakteristik produk biobriket limbah kulit kopi dan ampas tebu seperti kadar air, kadar abu, *volatile matter* dan *fixed carbon* dengan pengujian *proximate*.
2. Pengujian nilai kalor yang dihasilkan biobriket limbah kulit kopi dan ampas tebu dengan perekat natrium silikat.

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam

penelitian ini terdapat beberapa tahapan sebagai berikut:

2.4.1 Prosedur Persiapan Bahan Baku

Prosedur persiapan bahan baku pembuatan biobriket ini dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Limbah kulit kopi dan limbah ampas tebu dibersihkan terlebih dahulu dari pengotornya seperti tanah dan kotoran-kotoran lainnya. Kemudian dikeringkan dengan sinar matahari langsung selama 7 hari pada saat cuaca cerah.
2. Bahan yang sudah kering kemudian dihaluskan dengan mesin penghalus
3. Setelah bahan halus di ayak menggunakan mesh 20.

2.4.2 Pembuatan Bahan Perekat

Untuk pembuatan perekat pada penelitian pembuatan biobriket ini yaitu :

1. Timbang Natrium Silikat sebanyak 15% dari berat setiap masing – masing variasi
2. Campurkan Natrium Silikat dengan air sebanyak 40 ml agar perekat dapat lebih menyerap rata kesemua permukaan bahan baku.

2.4.3 Pencetakan Biobriket

Pencetakan biobriket dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Campurkan limbah kulit kopi dengan limbah ampas tebu yang sudah halus sesuai dengan variabel bebas yaitu 80 gram kulit kopi 20 gram ampas tebu, 70 gram kulit kopi 30 gram ampas tebu, 50 gram kulit kopi 50 gram ampas tebu, 30 gram kulit kopi 70 gram ampas tebu dan 20 gram kulit kopi 80 gram ampas tebu.
2. Kemudian campuran limbah kulit kopi dengan limbah ampas tebu yang sudah bercampur, dimasukkan perekat sebanyak 15% dan air 40 ml dari berat sampel, kemudian diaduk sampai merata.
3. Cetakan yang digunakan berbentuk kubus dengan diameter cetakan 25 x 25 mm dan kedalaman 80 mm kemudian campuran limbah kulit kopi dan ampas tebu yang sudah bercampur dengan perekat dimasukan kedalam cetakan briket, Selanjutnya dilakukan pengepresan dengan *Hydrolic* pada tekanan 150 kg/cm² yang terukur dengan alat ukur *Pressure gauge*
4. Setelah dilakukan Penekanan 150 kg/cm² Kemudian tunggu selama 2 menit agar sisa perekat yang ada pada briket bisa keluar akibat dari pengepresan yang dilakukan.
5. Hasil cetakan dikeringkan dengan sinar matahari langsung jika kondisi cuaca cerah, maka penjemuran dapat dilakukan selama 3 hari sampai penurunan massa briket berkurang sebesar 10% dari berat awal biobriket berdasarkan SNI 1-6235-2000 untuk mendapatkan biobriket yang berkualitas baik.
6. Kemudian lakukan analisa karakteristik biobriket yang meliputi uji proximate (kadar air, kadar abu, zat terbang dan karbon terikat) dan uji nilai kalor.

2.5 Tahap Analisa

Untuk menentukan kualitas biobriket yang didapat, maka dilakukan analisis biobriket yang bertujuan untuk mendapatkan biobriket sesuai SNI 1-6235-2000. Hal ini dapat dilakukan dengan menganalisis Proximate yang terdiri dari

kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan kadar karbon terikat, serta pengujian nilai kalor.

2.5.1 Uji Proximate

Uji proximate dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari biobriket, diantaranya yaitu sebagai berikut:

a. Uji Kadar Air (*Moisture*)

Standar yang digunakan yaitu SNI 1-6235-2000. Uji kadar air dilakukan dengan cara menimbang cawan porselin kosong menggunakan timbangan digital, kemudian masukkan sampel briket ke dalam cawan sebanyak 1-2 gram. Cawan porselin yang sudah ditambah dengan sampel kemudian dimasukkan ke dalam oven yang suhunya telah diatur sebesar 105 °C. Lama waktu yang dibutuhkan untuk sampel dalam oven yaitu 180 menit. Setelah itu cawan dikeluarkan dari oven. Selanjutnya, cawan didinginkan dan cawan porselin yang berisi sampel ditimbang bobotnya.

b. Uji Kadar Abu (*Ash*)

Standar yang digunakan yaitu SNI 1-6235-2000. Uji kadar abu dilakukan dengan cara memasukkan cawan porselin ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 60 menit. Selanjutnya, cawan didinginkan pada desikator selama 30 menit. Cawan porselin yang sudah didinginkan kemudian ditimbang bobot kosongnya. Sampel sebanyak 1–2 gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin yang sudah diketahui bobot kosongnya. Cawan yang sudah berisi sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam *furnace dengan suhu 750 °C* selama 240 menit sampai sampel menjadi abu. Selanjutnya, keluarkan cawan dari *furnace* dan dinginkan. Kemudian cawan yang sudah di dinginkan di timbang

c. Uji Kadar Zat Terbang

Standar yang digunakan yaitu SNI 1-6235-2000. Uji kadar zat terbang dilakukan dengan cara memasukkan cawan porselin ke dalam oven pada suhu 950 °C dengan waktu 30 menit. Selanjutnya, cawan didinginkan pada desikator selama 30 menit. Cawan porselin yang sudah didinginkan kemudian ditimbang bobot kosongnya. Menimbang sampel sebanyak 1–2 gram, kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin yang sudah diketahui bobot kosongnya. Cawan yang sudah berisi sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam *furnace dengan suhu 950 °C* selama 7 menit. Selanjutnya, keluarkan cawan dari *furnace* dan dinginkan. Kemudian cawan yang sudah didinginkan ditimbang.

d. Uji Kadar Karbon Terikat (*fixed carbon*)

Karbon terikat merupakan karbon yang terdapat pada biobriket berupa zat padat. Karbon terikat ini menjadi komponen utama biobriket yang mampu menghasilkan panas pada proses pembakaran. Semakin tinggi kandungan karbon terikat, maka nilai kalor biobriket akan semakin meningkat. Semakin tinggi kadar karbon padat, maka semakin tinggi rank biobriket.

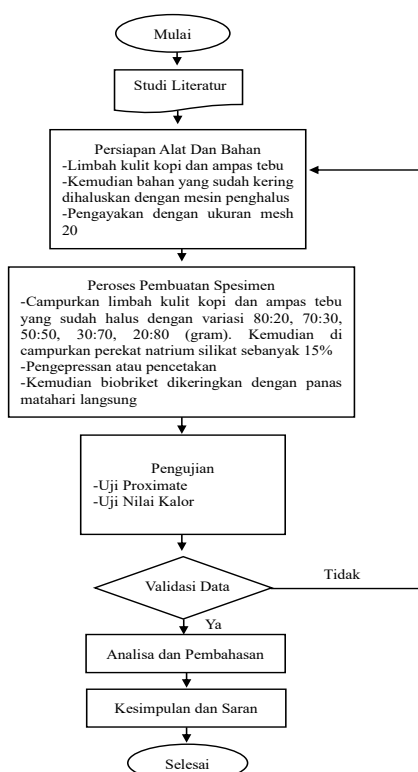
2.5.2 Uji Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor briket kulit kopi dan ampas tebu dengan perekat natrium silikat menggunakan alat bom

kalorimeter. Standar yang digunakan yaitu SNI 1-6235-2000. Uji nilai kalor dilakukan dengan cara menimbang sampel briket sebanyak 1–2 gram. Sampel yang sudah ditimbang selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan besi. Kemudian siapkan alat bom kalorimeter dan pasang cawan besi yang berisi sampel ke rangkaian bom kalorimeter. Selanjutnya, kawat platina dihubungkan dengan kawat penyalu yang terpasang pada penutup bom kalorimeter. Kawat platina disentuh ke sampel yang dimasukkan ke dalam cawan besi. Selanjutnya masukkan rangkaian bom kalorimeter ke dalam bejana. Menutup rapat bom kalorimeter, lalu mengisi oksigen dengan tekanan 30 bar. Mengisi wadah bom kalorimeter dengan 1 liter air dan memasukkannya ke dalam jaket bom kalorimeter. Tutup jaket bom kalorimeter dengan penutupnya. Jalankan mesin dan amati suhu awal pada termometer. Setelah 5 menit menekan tombol pembakaran dan biarkan selama 7 menit kemudian lihat suhu akhir dan matikan mesin.

2.6 Diagram Alir (Flowchart) Penelitian

Dalam penelitian ini, proses pembuatan biobriket non-karbonisasi dari campuran limbah kulit kopi dan limbah ampas tebu menggunakan perekat natrium silikat dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan. Diagram alir (*flowchart*) berikut ini bertujuan untuk memberikan gambaran visual mengenai langkah-langkah penelitian mulai dari persiapan bahan baku hingga hasil analisis produk. Tahapan dalam melakukan penelitian untuk membuat biobriket dari campuran kulit kopi dan ampas tebu dengan perekat natrium silikat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

limbah kulit kopi dan ampas tebu menjadi biobriket. Untuk tahap awal, yaitu persiapan bahan baku, kemudian dilakukan penjemuran. Selanjutnya, dilakukan penggilingan. Bahan baku kulit kopi dan ampas tebu yang masih dalam bentuk kasar menggunakan mesin penggiling yang bertujuan untuk mengubah bahan baku kulit kopi dan ampas tebu menjadi serbuk yang lebih halus. Penggilingan kulit kopi dan ampas tebu dilakukan dalam keadaan kering atau tanpa pencampuran air.

Ketika penggilingan sudah cukup halus, serbuk kulit kopi dan ampas tebu tersebut kemudian dilakukan tahap pengayakan, di mana serbuk kulit kopi dan ampas tebu diayak dengan menggunakan pengayak mesh 20 yang berfungsi untuk memisahkan partikel serbuk yang memiliki ukuran yang lebih besar dari partikel serbuk yang memiliki ukuran lebih kecil. Dengan begitu, bisa didapatkan ukuran partikel serbuk kulit kopi dan ampas tebu yang seragam. Dengan seragamnya bentuk serbuk akan berdampak pada kepadatan produk yang dihasilkan pada metode densifikasi menjadi biobriket. Serbuk kulit kopi dan ampas tebu hasil pengayakan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Serbuk ampas tebu dan kulit kopi hasil pengayakan

Setelah proses pengayakan selesai dan didapatkan ukuran partikel yang sesuai dengan yang diinginkan, selanjutnya masuk ke tahap pencampuran antara kulit kopi dan ampas tebu dengan variasi 80 gram kulit kopi 20 gram ampas tebu, 70 gram kulit kopi 30 gram ampas tebu, 50 gram kulit kopi 50 gram ampas tebu, 30 gram kulit kopi 70 gram ampas tebu dan 20 gram kulit kopi 80 gram ampas tebu kemudian dimasukan perekat natrium silikat kedalam dimasing-masing variasi tersebut. Perekat yang digunakan yaitu perekat dari natrium silikat sebanyak 15 %. Perekat natrium silikat dicampurkan dengan air sebanyak 40 ml, kemudian diaduk secara perlahan hingga tercampur.

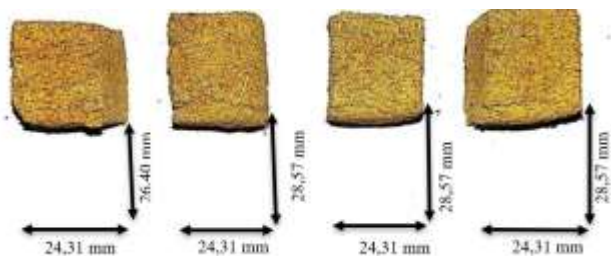
Proses pencampuran perekat natrium silikat dengan serbuk kulit kopi dan ampas tebu dilakukan dengan perbandingan setiap 15% perekat dari berat bahan baku, 100 gram bahan baku, 15 gram perekat. Setelah perekat dan serbuk kulit kopi dan ampas tebu sudah tercampur rata selanjutnya dilakukan proses pemadatan menjadi biobriket.

Proses pemadatan menjadi biobriket dilakukan menggunakan alat pres biobriket penekanan yang diberikan yaitu sebesar 150 kg/cm^2 Yang terukur pada alat ukur pressure gauge, kemudian tunggu selama 2 menit agar sisa air yang ada pada perekat bisa keluar akibat dari pengepresan yang dilakukan. Bahan baku yang dicampurkan dengan perekat yang sudah dimasukkan ke dalam cetakan mesin pres bertujuan untuk menciptakan ikatan yang kuat antarpartikel serta memberikan ketahanan pada produk biobriket hasil densifikasi. Hasil cetakan biobriket dapat dilihat pada Gambar 6.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Proses pembuatan biobriket melibatkan beberapa langkah dalam proses densifikasi atau pemadatan biomassa



Gambar 6. Hasil Cetak Biobriket

Biobriket yang dihasilkan dari proses pencetakan menunjukkan variasi ukuran pada bagian ketinggian. Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh beberapa faktor teknis selama proses pengepresan. Salah satu penyebab utamanya adalah adanya efek membal (rebound) yang terjadi setelah tekanan dilepaskan dari cetakan. Efek ini muncul karena material yang dipadatkan memiliki sifat elastis tertentu, sehingga setelah dipres dan dikeluarkan dari cetakan, sebagian dari struktur internal bahan cenderung kembali ke bentuk aslinya. Selain itu, komposisi dan kerapatan campuran bahan seperti kulit kopi dan ampas tebu yang tidak seragam dapat mempengaruhi kemampuan bahan untuk mempertahankan bentuk cetakan secara konsisten. Faktor-faktor tersebut menyebabkan tinggi biobriket tidak seragam meskipun cetakan dan proses pengepresan yang digunakan adalah sama. Berat rata-rata satuan briket sebesar 8,56 gram menunjukkan bahwa massa bahan tercetak relatif stabil, namun bentuk geometris khususnya pada tinggi masih mengalami ketidakteraturan akibat karakteristik fisik dari bahan baku dan proses pemadatan.

Selanjutnya, yaitu proses penjemuran biobriket. Dilakukannya proses penjemuran ini bertujuan untuk mengurangi kandungan air yang terdapat pada produk biobriket yang sudah didensifikasi. Pengeringan dilakukan di bawah sinar matahari langsung. Penjemuran biobriket dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Penjemuran Biobriket

Pengeringan biobriket dinyatakan selesai apabila terjadi penurunan massa sebesar 10% dari berat awal biobriket. Penurunan massa ini umumnya disebabkan oleh penguapan kadar air yang terkandung dalam bahan baku. Proses pengeringan yang optimal sangat penting untuk menurunkan kadar air hingga tingkat yang aman dan stabil, sehingga mencegah pertumbuhan mikroorganisme seperti jamur yang dapat merusak kualitas dan daya simpan biobriket.

Kadar air yang rendah juga berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pembakaran serta memperpanjang umur simpan produk. Oleh karena itu, pengendalian kadar air melalui proses pengeringan yang tepat menjadi salah satu aspek krusial dalam produksi biobriket berkualitas tinggi.

3.1.1 Hasil Analisa Proximate

Pengujian proksimat dilakukan untuk mengetahui kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan fixed carbon yang terkandung pada biobriket. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, berikut ini akan diperlihatkan hasil dari pengujian proksimat dari biobriket yang mempunyai kandungan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penelitian Analisa Proximate

Perbandingan	Analisa Proximate			
Bahan (kulit kopi : Ampas tebu) Gram	Kadar Air %	Kadar Abu %	Zat Terbang %	Karbon Terikat %
80 : 20	3,756	0,69	77,608	17,946
70 : 30	3,745	0,66	77,803	17,792
50 : 50	3,898	0,57	84,023	11,509
30 : 70	4,291	0,52	86,274	8,915
20 : 80	4,336	0,47	87,218	7,976

3.1.2 Hasil Analisa Nilai Kalor

Hasil penelitian analisis nilai kalor biobriket dari campuran limbah kulit kopi dan ampas tebu dengan perekat natrium silikat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Nilai Kalor

Perbandingan	Analisa Nilai Kalor (kalori/gram)			
Bahan (Kulit kopi : Ampas tebu) Gram	Run 1	Run 2	Run 3	Rata-rata
80 : 20	6221,945	6215,662	6257,538	6231,715
70 : 30	5657,868	5620,263	5637,959	5638,696
50 : 50	4994,247	4997,130	4994,159	4995,178
30 : 70	4764,476	4736,105	4772,625	4757,735
20 : 80	4571,742	4573,996	4604,217	4583,318

3.2 Pembahasan

Penelitian ini menggunakan bahan baku limbah kulit kopi yang diperoleh dari perkebunan kopi yg ada di Kabupaten Aceh Tengah dan limbah ampas tebu itu sendiri didapat dari pedagang es tebu yang mana ampas tebunya sudah tidak digunakan lagi. Kemudian limbah kulit kopi dan ampas tebu dihancurkan dengan alat crusher dan diayak dengan ayakan mesh 20. Hasil adonan yang telah ditambahkan perekat dicetak menggunakan cetakan briket dengan tujuan untuk memperbaiki penampilan tekstur dari biobriket serta mempermudah dalam penggunaan, terutama pada pembakaran dan pengemasan.

Pemberian tekanan akan menyebabkan perekat yang masih dalam keadaan cair akan mulai tersebar secara merata ke dalam sela-sela dan keseluruhan permukaan serbuk briket yang menyebabkan ikatan antar partikel semakin kuat sehingga biobriket yang dihasilkan tidak mudah rapuh dan pecah.

Pengeringan biobriket dilakukan dengan sinar matahari

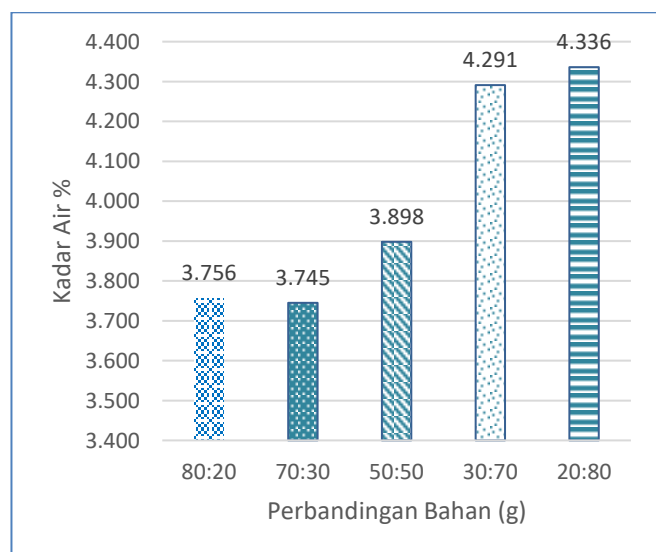
langsung untuk mengurangi kandungan air biobriket yang berasal dari biobriket yang digunakan. Biobriket yang sudah kering dikemas dalam kantong agar biobriket tetap kering, karena biobriket bersifat higroskopis. Oleh karena itu, jika dibiarkan di udara terbuka, maka biobriket akan menyerap uap dari udara sekitar yang menyebabkan biobriket menjadi lembap dan susah dinyalakan.

3.2.1 Analisa Proximate

Analisis proximate merupakan analisis pada biobriket yang dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai kualitas biobriket seperti kandungan air (Inherent Moisture) yang terdapat pada biobriket dan juga mengkuantifikasi kadar abu (Ash), zat terbang (Volatile Matter) serta karbon terikat (fixed carbon) pada biobriket.

3.2.1.1 Analisa Kadar Air (Moisture)

Kadar air dalam briket merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas dan efisiensi pembakaran. Semakin rendah kadar air yang terkandung dalam briket, maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena air dalam briket akan menguap selama proses pembakaran dan menyerap sebagian energi panas, sehingga menurunkan efisiensi pembakaran. Oleh karena itu, briket yang memiliki kadar air rendah umumnya mampu menghasilkan energi panas yang lebih optimal [10]. Pengujian kadar air pada briket bertujuan untuk memastikan bahwa briket yang dihasilkan memiliki karakteristik fisik dan termal yang baik, sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang efisien dan ramah lingkungan. Nilai kadar air untuk masing-masing variasi ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Nilai Kadar Air

Gambar 8. menunjukkan bahwa kadar air biobriket dipengaruhi oleh proporsi campuran antara kulit kopi dan ampas tebu. Kadar air terendah sebesar 3,756% diperoleh pada komposisi 80 gram kulit kopi dan 20 gram ampas tebu. Rendahnya kadar air ini menunjukkan bahwa kulit kopi memiliki karakteristik yang lebih kering dibandingkan ampas tebu, sehingga dominasi bahan ini dalam campuran cenderung menghasilkan briket dengan kadar air yang lebih rendah. Sebaliknya, kadar air tertinggi sebesar 4,336% terdapat pada komposisi 20 gram kulit kopi dan 80 gram ampas tebu, yang menunjukkan bahwa peningkatan proporsi ampas tebu, yang cenderung memiliki kelembaban lebih tinggi, berkontribusi

terhadap peningkatan kadar air total briket. Kadar air yang rendah penting dalam produksi briket karena berpengaruh langsung terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air, semakin tinggi efisiensi pembakaran dan nilai kalor yang dihasilkan.

Adapun pendapat Wijayanti (2009) menyatakan bahwa kadar air yang tinggi dilihat dari jumlah pori-pori masih cukup banyak dan mampu menyerap air [11]. Sesuai dengan penelitian Triono (2006), jumlah pori yang lebih banyak dan adanya kandungan komponen-komponen kimia, seperti selulosa, lignin, dan hemiselulosa, juga dapat memengaruhi adanya kandungan nilai kadar air yang tinggi pada biobriket. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biobriket dari campuran limbah kulit kopi dan ampas tebu dengan perekat natrium silikat sudah memenuhi standar (SNI 1-6235-2000) yaitu maksimal kadar air 8% [12].

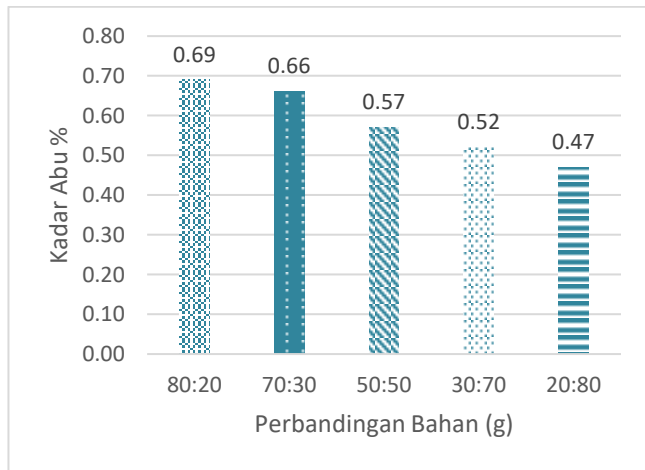
Moisture atau kadar air adalah kandungan air yang terdapat pada biobriket. Kadar air dapat ditentukan dengan cara menimbang cawan porselin kosong kemudian sampel biobriket dimasukkan ke cawan. Sampel dimasukkan ke dalam oven yang telah diatur suhunya sebesar 105°C selama 2 jam. Cawan dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang bobotnya [13].

Kandungan air yang ada dalam perekat akan menambah kadar air biobriket saat dilakukan pengujian, sehingga semakin banyak perekat yang ditambahkan maka akan semakin tinggi kadar air yang terkandung dalam biobriket. Kadar air biobriket dipengaruhi oleh jenis bahan baku, jenis perekat dan metode pengujian yang digunakan. Pada umumnya kadar air yang tinggi akan menurunkan nilai kalor dan laju pembakaran karena panas yang diberikan digunakan terlebih dahulu untuk menguapkan air yang terdapat dalam biobriket [13].

Hasil pengujian kadar air pada penelitian ini sejalan dengan pendapat Eka Putri dan Andasuryani (2017), Kadar air suatu biobriket dikatakan baik jika tidak lebih dari 8%. Semakin sedikit kadar air yang dikandung suatu biobriket maka kualitas biobriket tersebut semakin bagus. Kandungan kadar air biobriket dipengaruhi oleh luas permukaan pori-pori briket dan kadar karbon terikat yang terdapat pada biobriket.

3.2.1.2 Analisa Kadar Abu (Ash)

Penentuan kadar abu dimaksudkan untuk mengetahui bagian yang tidak terbakar yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi setelah biobriket dibakar. Kadar abu sebanding dengan kandungan bahan anorganik yang terdapat di dalam biobriket [10][10], salah satu penyusun abu adalah silika. Di mana silika akan memengaruhi nilai kalor yang dihasilkan pada briket. Pengukuran kadar abu merupakan residu anorganik yang terdapat dalam bahan. Faktor yang menentukan tinggi rendahnya nilai kadar abu dari biobriket salah satunya ditentukan dari sifat dan jenis bahan yang digunakan. Adapun hasil uji kadar abu pada biobriket dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Nilai Kadar Abu

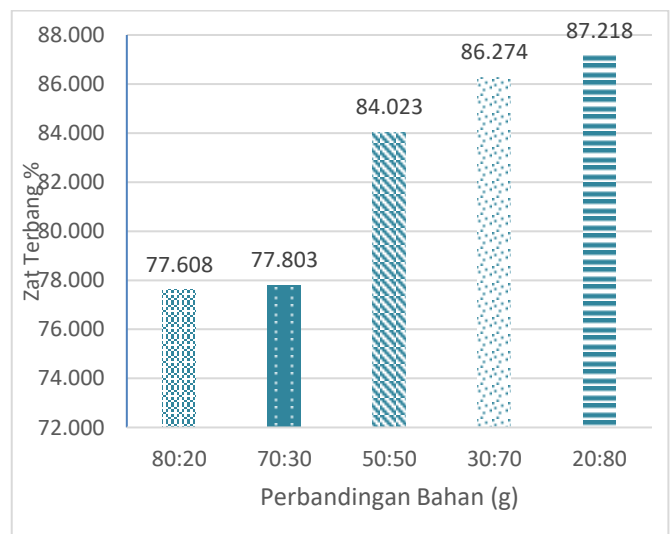
Pada Gambar 9. menunjukkan bahwa hasil pengujian kadar abu yang paling tinggi yaitu 0,69 % pada perbandingan bahan 80 gram kulit kopi dan 20 gram ampas tebu. Hal ini disebabkan Kulit kopi mengandung senyawa organik seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang akan terbakar habis selama proses pembakaran, sehingga secara umum senyawa organik tidak berkontribusi langsung terhadap pembentukan abu. Menurut Dewi dkk, (2021), kulit kopi mengandung berbagai unsur anorganik seperti kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan silika (SiO_2) yang tidak terbakar dan akan tersisa sebagai residu padat dalam bentuk abu. Oleh karena itu, meskipun kulit kopi kaya akan senyawa organik, kadar abu yang dihasilkan tetap tinggi karena tingginya kandungan mineral anorganik di dalamnya [14]. Selain itu Setyawan dan Ulfa (2019), menyatakan bahwa kandungan abu dalam suatu bahan lebih dipengaruhi oleh komposisi unsur anorganiknya, bukan oleh jumlah senyawa organik yang mudah terbakar.

Kadar abu merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran. Abu merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran; dalam hal ini, adalah sisa pembakaran biobriket. Salah satu unsur penyusun abu adalah silika. Pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor biobriket yang dihasilkan. Kadungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor biobriket sehingga kualitas biobriket tersebut (Umrisku dkk., 2018). faktor jenis bahan baku sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kadar abu biobriket yang dihasilkan (Basuki dkk., 2020).

Menurut penelitian yang dilakukan (Basuki dkk., 2020) produk sisa dari pembakaran sempurna adalah abu. Unsur utama penyusun abu adalah silika. Sehingga semakin banyak silika yang terkandung dalam biobriket, abu yang dihasilkan semakin banyak. Oleh sebab itu, biobriket yang baik adalah biobriket yang memiliki kandungan silika rendah sehingga menghasilkan abu yang sedikit pula, hal ini serupa dengan pendapat Yuliah dkk (2017) Yang menyatakan kadar abu biobriket akan berpengaruh terhadap nilai kalor dan nilai karbon, di mana semakin kecil nilai kadar abu maka semakin tinggi nilai kalor dan karbonnya. Biobriket yang memiliki kadar abu yang tinggi akan berpengaruh terhadap laju pembakaran biobriket sehingga saat proses pembakaran biobriket lebih banyak menghasilkan abu. Begitu pun juga dengan biobriket yang memiliki kadar abu yang rendah sehingga pada proses pembakarannya lebih cepat dan abu yang dihasilkan lebih sedikit. Maka pada penelitian ini secara keseluruhan telah memenuhi standar mutu SNI 01-6235-2000, yaitu maksimal kadar abu 8%.

3.2.1.3 Analisa Zat Terbang (Volatile Matters)

Kadar zat menguap adalah zat (volatile matter) yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terdapat di dalam briket selain air. Kandungan kadar zat menguap yang tinggi di dalam briket akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat briket dinyalakan. Kandungan asap yang tinggi disebabkan oleh adanya reaksi antar karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol (Triono., 2006). Menurut Muzakir (2017) Tinggi rendahnya kadar zat menguap briket yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis bahan baku, sehingga perbedaan jenis bahan baku berpengaruh nyata terhadap kadar zat menguap briket. Nilai kadar zat menguap pada setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Nilai Zat Terbang (Volatile matter)

Gambar 10. menunjukkan nilai zat terbang (volatile matter) pada briket yang dibuat dari campuran kulit kopi dan ampas tebu dengan berbagai perbandingan. Terlihat bahwa nilai zat terbang meningkat seiring dengan bertambahnya proporsi ampas tebu dalam campuran. Nilai tertinggi diperoleh pada perbandingan 20 gram kulit kopi dan 80 gram ampas tebu, yaitu sebesar 87,218%. Menurut Masthura (2019), Zat terbang adalah senyawa organik mudah menguap yang lepas saat bahan dipanaskan tanpa adanya oksigen, termasuk senyawa karbon volatil, uap air, dan senyawa aromatik. Ampas tebu memiliki kandungan senyawa organik mudah menguap yang lebih tinggi karena struktur kimianya yang kaya akan selulosa dan hemiselulosa yang lebih reaktif terhadap pemanasan dibandingkan lignin yang lebih dominan pada kulit kopi.

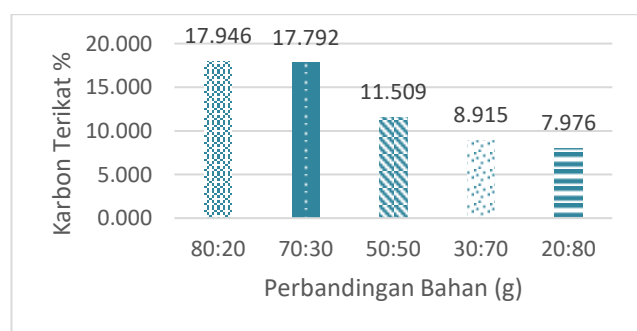
Oleh karena itu, semakin tinggi kandungan ampas tebu dalam briket, semakin tinggi pula nilai zat terbangnya. Hal ini menunjukkan bahwa briket dengan proporsi ampas tebu yang lebih besar cenderung lebih mudah terbakar karena kandungan zat volatil yang tinggi, meskipun hal ini juga harus dipertimbangkan dalam kaitannya dengan kestabilan dan efisiensi pembakaran.

Semakin tinggi kadar zat terbang maka semakin banyak pula asap yang dihasilkan pada proses pembakaran. Hal ini disebabkan karena adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alcohol Muzakir (2017) Menyatakan semakin tinggi kadar zat terbang suatu bahan bakar, maka efisiensi pembakaran akan menurun dan

asap yang dihasilkan akan semakin banyak. Nilai zat terbang dalam bahan bakar menentukan waktu pembakaran, kecepatan pembakaran dan banyaknya asap yang dihasilkan saat proses pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biobriket belum memenuhi standar SNI 01-6235-2000, yaitu maksimal kadar zat terbang 15%.

3.2.1.4 Analisa Karbon Terikat (fixed carbon)

Karbon terikat (fixed carbon) yaitu fraksi karbon (C) yang terikat di dalam briket selain fraksi air, zat menguap, dan abu. Keberadaan karbon terikat di dalam briket dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan kadar zat menguap. Kadarnya akan bernilai tinggi apabila kadar abu dan kadar zat menguap briket tersebut rendah. Karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor bakar briket. Nilai kalor briket akan tinggi apabila nilai karbon terikatnya tinggi. Semakin tinggi kadar karbon terikat pada briket maka menandakan briket tersebut adalah briket yang baik [13]. Nilai kadar karbon terikat pada setiap variasi ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Nilai Kadar Karbon Terikat (fixed carbon)

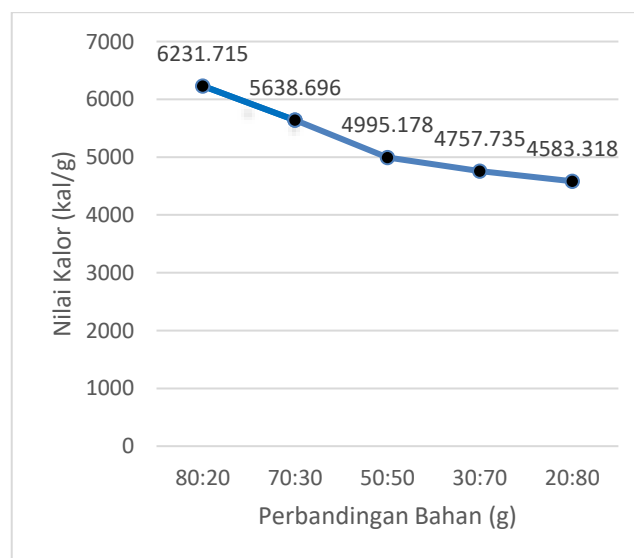
Gambar 11. menunjukkan bahwa nilai tertinggi sebesar 17,946% terdapat pada komposisi 80 gram kulit kopi dan 20 gram ampas tebu, sedangkan nilai kadar karbon terikat terendah sebesar 7,976% terdapat perlakuan komposisi 20 gram kulit kopi dan 80 gram ampas tebu. Penambahan kulit kopi ternyata mampu meningkatkan kadar karbon terikat briket. Kadar zat menguap yang menurun mampu menaikkan nilai kadar karbon terikat briket. Selain itu, nilai kadar air yang rendah mempengaruhi kadar karbon terikat sehingga mengalami peningkatan juga. Menurut Masthura (2019), keberadaan kadar karbon terikat di dalam briket dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan kadar zat menguap.

Hasil pengujian kadar air, kadar abu, dan karbon terikat (fixed carbon) dalam proximate analisis dinyatakan lulus standar SNI 01-6235-2000, tetapi hanya hasil Zat Terbang (Volatile matter) yang tidak lulus pada standar SNI 01-6235-2000.

3.2.2 Analisa Nilai Kalor

Nilai kalor sangat menentukan kualitas biobriket yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai kalornya maka semakin tinggi juga kualitas biobriket yang dihasilkan. Nilai kalor perlu diketahui untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan oleh biobriket sebagai bahan bakar. Semakin tinggi suhu pirolisis maka nilai kalor akan semakin tinggi hal ini dipengaruhi oleh tingginya kandungan karbon terikat pada biobriket. Hal ini disebabkan di dalam proses pembakaran membutuhkan karbon yang akan bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan kalor, tinggi rendahnya nilai kalor biobriket dipengaruhi oleh kadar karbon terikat biobriket, dalam (Ristianingsih dkk., 2015).

Menurut Setyawan dan Ulfa (2019), nilai kalor adalah jumlah suatu panas yang dihasilkan persatu berat dari proses pembakaran cukup dari satu bahan yang mudah cukup terbakar. Parameter utama dalam menentukan kualitas bahan bakar biobriket adalah nilai kalor. Nilai kalor didefinisikan sebagai panas yang dilepaskan dari pembakaran sejumlah kuantitas unit bahan bakar (massa) dimana produknya dalam bentuk ash, gas CO₂, SO₂, Nitrogen dan air, tetapi tidak termasuk air yang menjadi uap (vapor). Hal ini serupa dengan pernyataan Basuki dkk (2020), nilai kalor biobriket akan tinggi apabila nilai kadar karbon terikat pada biobriket tinggi. Adapun hasil uji nilai kalor dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Nilai Kalor

Berdasarkan Gambar 12 menunjukkan peningkatan persentase kulit kopi dalam campuran biobriket secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan nilai kalor. Pada komposisi 20 gram kulit kopi dan 80 gram ampas tebu, nilai kalor tercatat sebesar 4583,318 kalori/gram. Ketika kandungan kulit kopi ditingkatkan menjadi 30 gram, nilai kalor naik menjadi 4757,735 kalori/gram, mengalami peningkatan sebesar 3,81%. Selanjutnya, pada komposisi 50 gram kulit kopi, nilai kalor meningkat menjadi 4995,178 kalori/gram atau bertambah sekitar 4,99% dari komposisi sebelumnya. Ketika kulit kopi ditingkatkan menjadi 70 gram, nilai kalor mencapai 5638,696 kalori/gram, meningkat signifikan sebesar 12,87%. Peningkatan tertinggi terjadi saat komposisi kulit kopi mencapai 80 gram, dengan nilai kalor sebesar 6231,715 kalori/gram, atau meningkat 10,54% dari campuran 80 gram kulit kopi dan 20 gram ampas tebu. Dari data ini dapat diketahui bahwa setiap peningkatan proporsi kulit kopi secara bertahap memberikan efek positif terhadap nilai kalor, sedangkan penambahan persentase ampas tebu justru menyebabkan penurunan nilai kalor. Hal ini menegaskan bahwa kulit kopi memiliki kandungan energi yang lebih tinggi, sehingga semakin besar persentasenya, semakin tinggi pula energi yang dapat dihasilkan oleh biobriket.

Jika dibandingkan dengan standar nilai kalor menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 1/6235/2000), yang menetapkan batas minimal sebesar 5000 kalori/gram, maka untuk komposisi briket 80 gram kulit kopi dan 20 gram ampas tebu, kemudian 70 gram kulit kopi dan 30 gram ampas tebu dalam penelitian ini telah memenuhi SNI sebagai bahan

bakar alternatif. Selain itu, menurut Sinurat (2011), nilai kalor ideal untuk briket berada pada kisaran 5000 kalori/gram, sehingga campuran dengan komposisi 80 gram kulit kopi dan 20 gram ampas tebu juga memenuhi kriteria tersebut. Dengan demikian, meskipun nilai kalor ampas tebu masih ada di bawah SNI 1-6235-2000, namun potensinya sebagai bahan baku briket tetap cukup menjanjikan.

Selain itu, agar menjawab hipotesis penelitian, diperlukan pengujian statistik menggunakan metode ANOVA satu jalur (one-way ANOVA). Analisis ini dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS versi 25.0 guna memperoleh jawaban atas rumusan masalah yang telah disusun. Namun, sebelum analisis ANOVA dilakukan, terlebih dahulu harus dipastikan bahwa data dari setiap kelompok atau varian memiliki distribusi normal dan menunjukkan sifat homogen (kesamaan varians), agar hasil uji dapat valid dan dapat diinterpretasikan dengan tepat. Berikut hasil uji ANOVA satu jalur (One Way Anova) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji *One way* ANOVA

Sumber Variansi	df	JK	KT	F _{hitung}
Perlakuan	4	5598589,05	1399647,26	4477,07
Galat	10	3126,26	312,63	
Total	14	5601715,31		

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis One-Way ANOVA yang digunakan untuk mengetahui apakah variasi komposisi campuran kulit kopi dan ampas tebu berpengaruh signifikan terhadap nilai kalor biobriket yang dihasilkan. Nilai-nilai pada tabel diperoleh melalui perhitungan terhadap data hasil uji nilai kalor dari lima variasi campuran bahan (perlakuan) yang diuji sebanyak tiga kali (replikasi), sehingga derajat bebas (df) untuk perlakuan adalah 4 dan untuk galat adalah 10, dengan total derajat bebas sebanyak 14. Jumlah Kuadrat (JK) untuk perlakuan dihitung sebesar 5.598.589,05, sedangkan JK untuk pesta sebesar 3.126,26. Jumlah keseluruhan JK adalah 5.601.715,31. Nilai Kuadrat Tengah (KT) diperoleh dengan pembagian JK dengan df masing-masing, yaitu KT perlakuan sebesar 1.399.647,26 dan KT galat sebesar 312,63. Selanjutnya nilai F_{hitung} diperoleh dengan membagi KT perlakuan dengan KT galat, yaitu hasilnya 4.477,07. Nilai F_{hitung} yang sangat tinggi ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Artinya, variasi proporsi antara limbah kulit kopi dan ampas tebu memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kalor biobriket yang dihasilkan. Dengan demikian, komposisi bahan baku merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas energi dari biobriket.

4. Kesimpulan

Pemanfaatan limbah kulit kopi dan ampas tebu dengan penambahan perekat natrium silikat terbukti mampu memenuhi standar sebagai bahan bakar alternatif. Biobriket ini menghasilkan nilai kalor tertinggi sebesar 6.231,715 kal/gram. Dominasi kulit kopi dalam formulasi tersebut memberikan pengaruh besar terhadap peningkatan kualitas energi biobriket. Variasi perbandingan campuran kulit kopi dan ampas tebu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter karakteristik biobriket. Formulasi 80 gram kulit kopi dan 20 gram ampas tebu menghasilkan karakteristik terbaik dengan kadar air 4,336%, kadar abu 0,69%, karbon terikat 17,946%, serta nilai kalor tertinggi sebesar 6.231,715 kal/gram, memenuhi SNI 01-6235-2000 sebagai bahan bakar yang berkualitas. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan proporsi kulit kopi dalam campuran secara langsung meningkatkan kualitas termal dan kimia dari biobriket, sehingga sangat berpotensi sebagai bahan bakar terbarukan yang berkualitas.

Referensi

- [1] D. Gilfillan, G. Marland, T. Boden, and R. Andres, "Global, regional, and national fossil-fuel CO₂ emissions: 1751-2017," *Environmental System Science Data Infrastructure for a Virtual Ecosystem* ..., 2019.
- [2] S. Nurjannah, Y. Andika, A. Setiawan, F. Faisal, M. Muhammad, and L. Hakim, "Combustion Test of Densified Arabica Coffee Pulp Biochar in a Purposely Built Chamber," in *International Conference on Experimental and Computational Mechanics in Engineering*, Springer, 2022, pp. 403–411.
- [3] R. Pida and N. Ariska, "Pengaruh tanaman penanang jenis lamtoro (*Leucaena* sp) terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi arabika (*Coffea arabica*) di Kabupaten Aceh Tengah," *J. Pertan. Agros*, vol. 24, no. 2, pp. 543–551, 2022.
- [4] N. O. Pratama, G. G. Sidrata, F. Rodhiyyah, and H. Fuadi, "TRIKOPI: Inovasi Pengolahan Limbah Kulit Kopi Menjadi Selai, Teh Celup, dan Briket dengan Mengoptimalkan Kapasitas PKK Desa Pamotan," *J. Pengabd. Masy. Indones.*, vol. 4, no. 4, pp. 587–594, 2024.
- [5] A. H. Firmansyah, W. Zamrud, and E. Naryono, "Studi Kelayakan Pemanfaatan Limbah (Blotong, Ampas Tebu, Tetes) Sebagai Biobriket," *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 9, no. 3, pp. 303–317, 2023, doi: 10.33795/distilat.v9i3.3798.
- [6] M. R. Vegetama and S. Sarungu, "Pengaruh Variasi Jenis Perekat Organik terhadap Nilai Kalor Biobriket Serbuk Kayu," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 2, pp. 13256–13262, 2022.
- [7] S. Wulandari, R. Fernandez, F. Yuwita, and G. Sidik, "Analisis Briket Arang Kulit Kopi Robusta dengan Variasi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Agroteknika*, vol. 8, no. 2, pp. 263–275, 2025.
- [8] M. Pasaribu, "Produksi Biobriket dari Limbah Ampas Tebu Industri Gula dengan Metode Pirolisis," *J. Agro-Industry Eng. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 7–10, 2022.
- [9] A. Ramadhan, A. A. Ghazali, and M. Maryamah,

- “Kualitas Biobriket Ampas Tebu Hasil Pirolisis Sebagai Sumber Energi Alternatif,” *ALKIMIA J. Ilmu Kim. dan Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 41–45, 2020.
- [10] R. Eka Putri and A. Andasuryani, “Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa,” *J. Teknol. Pertan. Andalas*, vol. 21, no. 2, p. 143, 2017, doi: 10.25077/jtpa.21.2.143-151.2017.
- [11] D. S. Wijayanti, “Karakteristik briket arang dari serbuk gergaji dengan penambahan arang cangkang kelapa sawit,” Universitas Sumatera Utara, 2009.
- [12] A. Triono, “Karakteristik briket arang dari campuran serbuk gergajian kayu afrika,” *Lap. Akhir Jur. Kehutanan. Fak. Kehutan. Insitut Pertan. Bogor*, vol. 71, 2006.
- [13] M. Masthura, “Analisis Fisis dan Laju Pembakaran Briket Bioarang Dari Bahan Pelepah Pisang,” *Elkawanie*, vol. 5, no. 1, p. 58, 2019, doi: 10.22373/ekw.v5i1.3621.
- [14] R. P. Dewi, T. J. Saputra, and S. Widodo, “Studi Potensi Limbah Kulit Kopi Sebagai Sumber Energi Terbarukan Di Wilayah Jawa Tengah,” *J. Mech. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 41–45, 2021, doi: 10.31002/jom.v5i1.3946.
- [15] B. Setyawan and R. Ulfa, “Analisis mutu briket arang dari limbah biomassa campuran kulit kopi dan tempurung kelapa dengan perekat tepung tapioka,” *Edubiotik J. Pendidikan, Biol. dan Terap.*, vol. 4, no. 02, pp. 110–120, 2019, doi: 10.33503/ebio.v4i02.508.
- [16] M. L. Umrisu, R. K. Pingak, and A. Z. Johannes, “Pengaruh Komposisi Sekam Padi Terhadap Parameter Fisis Briket Tempurung Kelapa,” *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 1, pp. 37–42, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i1.592.
- [17] H. W. Basuki, Y. Yuniarti, and F. Fatriani, “ANALISA SIFAT FISIKA DAN KIMIA BRIKET ARANG DARI CAMPURAN TANDAN KOSONG AREN (*Arenga pinnata* Merr) DAN CANGKANG KEMIRI (*Aleurites trisperma*),” *J. Sylva Sci.*, vol. 3, no. 4, p. 626, 2020, doi: 10.20527/jss.v3i4.2346.
- [18] Y. Yuliah, S. Suryaningsih, and K. Ulfi, “Penentuan Kadar Air Hilang dan Volatile Matter pada Bio-Briket dari Campuran Arang Sekam Padi dan Batok Kelapa,” *J. Ilmu dan Inov. Fis.*, vol. 1, no. 01, pp. 51–57, 2017, doi: 10.24198/jiif.v1i01.10902.
- [19] M. T. Muzakir, “Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Menjadi Briket Arang Menggunakan Kanji Sebagai Perekat,” *Serambi Eng.*, vol. II, no. 3, pp. 124–129, 2017, doi: 10.5281/zenodo.834809.
- [20] Y. Ristianingsih, A. Ulfa, and R. Syafitri K.S, “Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Proses Pirolisis,” *Konversi*, vol. 4, no. 2, p. 16, 2015, doi: 10.20527/k.v4i2.266.
- [21] E. Sinurat, “Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete Dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif,” *Skripsi*, p. 12, 2011.