

## PENGARUH UKURAN SERBUK ARANG KELAPA PADA PROSES PEMBUATAN BRIKET DARI PELEPAH PISANG MENGGUNAKAN PEREKAT TEPUNG TAPIOKA

**Muhammad Aqil Fakhruddin**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: muhammadaqil.20085@mhs.unesa.ac.id

**Indra Herlamba Siregar**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: indrasiregar@unesa.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas yang paling baik dari pembuatan biobriket campuran dari bahan baku arang tempurung kelapa dan arang pelepah pisang dengan variasi ukuran mesh arang bahan baku. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan mencampurkan kedua bahan baku untuk dijadikan biobriket. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah ukuran serbuk arang yang berbeda dengan campuran bahan baku yang sama yaitu 80 gram arang kelapa 20 gram arang pelepah pisang dengan perbandingan mesh arang kelapa dan arang pelepah pisang yaitu mesh 80 : mesh 40, mesh 60 : mesh 40, mesh 40 : mesh 40. Perekat yang digunakan adalah tepung tapioka sebanyak 5 gram dengan perbandingan 1 : 10 dengan air. Biobriket diuji kualitasnya di laboratorium yang meliputi nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan kadar karbon terikat. Dari hasil penelitian variasi terbaik dari ukuran mesh yang digunakan yaitu arang tempurung kelapa mesh 80 : arang pelepah pisang mesh 40, dengan nilai kalor 8517,89 kal/gr, kadar air 3,3%, kadar abu 19,5%, kadar zat terbang 0,84%, kadar karbon terikat 76,36%.

**Kata Kunci:** Biobriket, Arang Tempurung Kelapa, Arang Pelepah Pisang, TepungTapioka, Ukuran Mesh

### Abstract

*This study aims to determine the best quality of making mixed biobriquettes from coconut shell charcoal and banana frond charcoal with variations in the size of the raw material charcoal mesh. The method used in this study is an experiment by mixing the two raw materials to make biobriquettes. The variable used in this study is a different size of charcoal powder with the same mixture of raw materials, namely 80 grams of coconut charcoal, 20 grams of banana frond charcoal with a comparison of coconut charcoal mesh and banana frond charcoal, namely mesh 80: mesh 40, mesh 60: mesh 40, mesh 40: mesh 40. The adhesive used is tapioca flour of 5 grams with a ratio of 1 : 10 to water. Biobriquettes are tested for quality in the laboratory including calorific value, moisture content, ash content, flying substance content, and bound carbon content. From the results of the research, the best variation of the mesh size used is mesh coconut shell charcoal 80: mesh banana frond charcoal 40, with a calorific value of 8517.89 cal/gr, moisture content 3.3%, ash content 19.5%, fly matter content 0.84%, bonded carbon content 76.36%.*

**Keywords:** Biobriquettes, Coconut Shell Charcoal, Banana Frond Charcoal, Tapioca Flour, Mesh Size.

### PENDAHULUAN

Setiap tahunnya konsumsi energi di Indonesia meningkat seiring dengan bertambahnya waktu, pertumbuhan penduduknya, dan perkembangan teknologi. Tercatat pada tahun 2015-2019 tingkat konsumsi di negara Indonesia semakin meningkat. Data yang menunjukkan peningkatan terjadi pada tahun 2019 dengan konsumsi energi per kapita 0,019 TeraJoule yang meningkat sekitar 10% dibandingkan dengan konsumsi energi pada tahun 2018 (Badan Pusat Statistik, 2020). Indonesia memiliki cadangan minyak bumi nasional pada tahun 2019 sebesar 4,17 miliar barel dengan cadangan minyak terbukti (proven) sebanyak 2,44 miliar barel, sedangkan untuk cadangan gas bumi mencapai 62,4 triliun kaki kubik

dengan cadangan terbukti 43,6 triliun kaki kubik, yang apabila tidak ditemukan sumber energi yang baru maka cadangan minyak bumi di Indonesia akan habis dalam jangka waktu 9,5 tahun mendatang, sementara untuk cadangan gas bumi Indonesia akan habis 19,5 tahun (ESDM, 2019).

Pemanfaatan energi alternatif seperti biomassa dapat menjadi pilihan untuk menggantikan ketergantungan menggunakan energi fosil seperti minyak bumi. Biomassa merupakan bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis dari tumbuhan baik berupa produk hasil fotosintesis maupun buangnya, biomassa juga dapat diperoleh dari limbah pertanian, perkotaan, dan industri pertanian (Suhartoyo dan Sriyanto, 2017).

Biomassa sebagai sumber energi sendiri memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan energi fosil, seperti kemampuan untuk diperbarui (renewable) sehingga dapat menyediakan sumber energi yang berkelanjutan (sustainable). Salah satu produk yang dapat dikembangkan dari biomassa adalah briket, Bahan baku pembuatan briket dapat diperoleh dari material organik atau anorganik, yang dipadatkan melalui proses tertentu seperti ekstrusi atau pengepresan, biasanya briket dibentuk balok, silinder atau tablet. Briket dapat menjadi pilihan bahan bakar alternatif pengganti energi fosil karena bahan bakar dari briket memiliki nilai kalor dan sifat termal yang relatif tinggi dengan waktu pembakaran yang lama serta menghasilkan emisi gas buang CO<sub>2</sub> yang rendah (Usman, N. M. 2007).

Pelepah pisang merupakan salah satu biomassa dimana bagian dari pohon pisang yang kurang termanfaatkan dengan baik. Pohon pisang yang telah berbuah sekali pastinya meninggalkan pelepah pisang yang biasanya menumpuk dan menjadi sampah. Pisang menduduki peringkat pertama sebagai buah dengan konsumsi paling banyak di Indonesia, dengan rata-rata konsumsi 24,71 gram per kapita per hari, dimana tercatat produksi pisang di Indonesia terus mengalami peningkatan, dari 8.741.147 ton pada tahun 2021 menjadi 9.335.232 ton di tahun 2023 sehingga diperkirakan limbah organik dari pohon pisang sebesar 18,2 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2023). Pelepah pisang memiliki kandungan selulosa 63-64%, hemiselulosa 20%, dan kandungan lignin 5%. Menurut (Erizal Thoyeb, 2021) kandungan selulosa, hemilosa dan lignin yang tinggi dapat dijadikan sebagai bioenergi, salah satunya dapat menjadi bahan baku pembuatan briket. Erizal Thoyeb pada jurnalnya tahun (2021) telah meneliti perbedaan partikel terhadap kualitas briket arang batang pisang terhadap kadar air, kadar zat menguap, kerapatan, kadar abu, kadar karbon terikat, daya bakar, dan nilai kalor. Peneliti menggunakan variasi ukuran mesh arang batang pisang yaitu mesh 20, 40, 60, 80, 100 dengan perekat tapioka sebanyak 5% dengan perbandingan dengan air 1:10. Penelitian tersebut mendapatkan hasil bahwa briket dengan ukuran mesh 40 lebih baik dari ukuran mesh yang lain dan nilai kalor yang paling tinggi yaitu 5304,13 kal/g.

Salah satu biomassa lain yang sering digunakan dalam pembuatan briket adalah tempurung kelapa, produksi kelapa di Indonesia tahun 2021 sebesar 2,85 juta ton dimana berasal dari perkebunan rakyat (PR) dan perkebunan besar swasta (PBS), produksi kelapa pada tahun 2022 diperkirakan meningkat menjadi 2,86 juta ton, rata-rata peningkatan produksi kelapa selama lima tahun kedepan diperkirakan naik sebesar 0,14% per tahun (Data Pertanian, 2022). melihat produksi rata – rata kelapa di Indonesia menunjukkan besarnya konsumsi buah kelapa juga berbanding lurus dengan limbah kelapa yang banyak, limbah hasil olahan kelapa yang melimpah memiliki potensi untuk diolah kembali menjadi energi alternatif. Tempurung kelapa dapat dimanfaatkan menjadi briket arang kelapa, dikarenakan tempurung kelapa memiliki kandungan lignin 36,51%, selulosa 33,61%, dan hemiselulosa 19,27% serta nilai kalor yang tinggi setelah dirubah menjadi arang sesuai dengan SNI pembuatan

briket dengan nilai 6.500-7.600 kal/g (Sari, 2014). Briket dari tempurung kelapa telah dilakukan penelitian oleh Sudding pada jurnalnya tahun (2022) yang meneliti tentang pengaruh partikel terhadap kualitas briket arang kelapa terhadap kadar air, kadar abu, nilai kalor. Peneliti menggunakan variasi ukuran mesh 30, 40, 50, 60, 70 menggunakan perekat tapioka 8% dengan perbandingan 1:10 dengan air. Peneliti mendapatkan hasil ukuran mesh 40 memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran mesh yang lain yaitu 7420 kal/gr.

Pada proses pembuatan briket pada umumnya menggunakan perekat yang beragam dengan tujuan briket mudah dibentuk dan tidak mudah hancur. Penggunaan tepung tapioka dapat menjadi pilihan untuk campuran briket karena memiliki daya rekat yang cukup tinggi dibandingkan dengan jenis perekat yang lain dikarenakan kandungan pati yang terdapat didalamnya (Nuwa & Prihanika, 2018). Disamping itu dengan menggunakan perekat tepung tapioka dapat menekan biaya pembuatan briket karena harganya yang ekonomis.

Latar belakang dari penelitian ini didasarkan oleh dua hal, yaitu produksi dan persediaan bahan bakar yang semakin berkurang dimana penggunaan energi fosil tidak dapat diperbarui, oleh karena itu diperlukannya bahan bakar alternatif. Kedua pemanfaatan limbah organik dari hasil pertanian pohon pisang dan pohon kelapa agar dapat dikelola dengan baik dan lebih bernilai ekonomis, dengan campuran dari arang pelepah pisang dan arang tempurung kelapa harapannya dapat menjaga nilai kalor tetap tinggi dengan biaya produksi yang lebih murah.

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Komposisi biobriket yang optimal ditentukan melalui studi eksperimental dengan menggunakan perbandingan ukuran mesh serbuk arang kelapa dan mesh serbuk arang pelepah pisang yang dipadukan dengan perekat tepung tapioka sesuai dengan (SNI 01-6235-2000).

### Variabel Penelitian

- Variabel Kontrol  
Penelitian ini menggunakan variabel kontrol sebagai berikut :
  1. Pelepah pisang dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 hari.
  2. Proses karbonasi dilakukan pada suhu 350°C - 400 °C selama 3 jam.
  3. Proses pencetakan briket dilakukan dengan alat bantu berupa hidrolis dengan bentuk, ukuran dan tekanan yang sama yaitu 100psi.
  4. Proses pengeringan briket dibawah sinar matahari selama 3 hari dan menggunakan oven yang dilakukan dengan suhu oven sebesar 50°C - 70°C selama kurang lebih 30 menit.
- Variabel Bebas  
Penelitian ini menggunakan variabel bebas yaitu campuran bahan baku arang kelapa dan arang pelepah pisang 80 gram : 20 gram. Ukuran mesh arang tempurung kelapa 40, 60, dan 80 sedangkan untuk mesh

arang pelepah pisang 40. Perekat menggunakan tepung tapioka sebanyak 5 gram dengan perbandingan 1 : 10 dengan air.

- Variabel Terikat  
Variabel terikat pada penelitian ini meliputi nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon terikat dan laju pembakaran.

### Pengukuran Data

Pengukuran data penelitian menggunakan pedoman SNI 01-6235-2000. Nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon pengikat, dan laju pembakaran menjadi kriteria yang akan diperiksa.

- Nilai kalor  
Mencari tahu berapa nilai kalor yang dimiliki suatu briket adalah tujuan utama pengujian ini. Dengan menggunakan alat bom kalorimeter, dengan menggunakan rumus nilai kalor biobriket

$$\text{Kadar Kalor (cal/gr)} = \frac{\Delta t w - I_1 - I_2 - I_3}{m}$$

$\Delta t$  = Kenaikan suhu pada termometer

$w$  = 2426 cal/°C

$I_1$  = kadar larutan yang terpakai (ml)

$I_2$  = 13,7 x 1,02 x berat sampel

$I_3$  = 2,3 x panjang fuse wire yang terbakar

$m$  = massa bahan (gr)

- Kadar air  
Sesuai dengan SNI 01-6235-2000, kadar udara diukur dengan menimbang  $\pm 1$  gram biobriket arang. Setelah itu, biobriket dimasukkan ke dalam oven dan dipanggang pada suhu 115°C selama tiga jam atau hingga beratnya konstan. Kadar air kemudian ditentukan dengan mengulangi proses penimbangan dan penerapan formula :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{M_1 - M_2}{\text{massa sampel}} \times 100\%$$

$M_1$  (gr) = Berat awal

$M_2$  (gr) = Berat akhir

- Kadar abu  
Untuk menjamin kadar abu sesuai SNI 01-6235-2000, digunakan wadah cawan tanpa penutup untuk menimbang spesimen sampel biobriket arang dengan simpangan  $\pm 1$  gram. Setelah itu krus dipanaskan pada suhu 105°C selama satu jam di dalam oven untuk mendapatkan massa yang konsisten. Setelah itu, sampel dalam cawan dimasukkan ke dalam tungku dan didiamkan selama dua jam pada suhu 800°C. Selanjutnya wadah dikeluarkan dari tungku, dihancurkan ke dalam desikator, dan segera ditimbang sehingga dapat ditentukan kadar abunya dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{W_1}{W_2} \times 100\%$$

$W_1$  (gr) = Massa sisa abu

$W_2$  (gr) = Massa sampel awal

- Kadar zat terbang  
Prosedur SNI 01-6235-2000 diikuti dalam menentukan jumlah senyawa yang mudah menguap. Pertama, cangkir kosong dan tutupnya dipindahkan ke dalam desikator dan dipanaskan selama tiga puluh menit di dalam tungku. Selanjutnya, sampel seberat satu gram ditambahkan ke dalam cangkir kosong. Setelah itu, cawan ditutup rapat dan dipanaskan hingga suhu 950°C selama tujuh menit. Kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang. Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan jumlah zat yang diuapkan :

$$\text{Kadar Zat Terbang (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

$W_1$  = Massa sampel awal (gr)

$W_2$  = Massa sampel setelah pemanasan (gr)

- Kadar karbon terikat  
Prosedur pengujian kandungan karbon pengikat sama dengan prosedur yang digunakan untuk mengukur kandungan abu dan bahan mudah menguap. Kandungan karbon pengikat kemudian ditentukan dengan menggunakan rumus berikut :

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

$A$  = Kadar zat terbang (%)

$B$  = Kadar abu (%)

$C$  = Kadar air (%)

- Laju pembakaran  
Laju pembakaran pada briket juga menjadi parameter kualitas briket yang baik, briket yang baik menghasilkan laju pembakaran yang lama disertai dengan panas yang stabil dan cukup tinggi.

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{W_1 - W_2}{T}$$

$W_1$  = Massa awal (gr)

$W_2$  = Massa setelah pembakaran (gr)

$T$  = Waktu pembakaran (menit)

### Bahan dan Alat

1. Bahan
  1. Tempurung kelapa
  2. Pelepah pisang
  3. Perekat Tapioka
2. Alat
  1. Alat cetak briket
  2. Ayakan mesh 40, 60, 80
  3. Termo kopel
  4. Gelas ukur
  5. Nampan
  6. Timbangan digital
  7. Panci
  8. Tong karbonasi
  9. Oven

## Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

## Prosedur Penelitian

Proses kerja penelitian ini meliputi pengeringan bahan baku, penghancuran dan pemilahan, penggabungan perekat dan arang, pencetakan, pengeringan biobriket, serta evaluasi sifat-sifat seperti nilai karbon terikat, kadar air, kadar abu, nilai kalor, dan kandungan zat terbang. Sehubungan dengan metode persalinan untuk setiap fase tersebut :

### 1. Pengeringan bahan baku

Pelepah pisang dan batok kelapa dikeringkan dibawah sinar matahari selama dua hari sebelum dilakukan

proses karbonasi agar mendapatkan proses pembakaran yang sempurna sehingga menghasilkan arang yang berkualitas.

### 2. Karbonasi

1. Tempurung kelapa dan pelepah pisang dimasukkan kedalam drum pengarangan secara terpisah, kemudian dilakukan pembakaran secara langsung dengan kondisi kedap udara agar tidak menghasilkan kadar abu yang tinggi.

2. Jika asap pembakaran bahan baku sudah semakin berkurang maka bisa dikatakan proses karbonasi sudah selesai. Selanjutnya siapkan air sebagai media pendingin, siram secara perlahan dan secukupnya. Keluarkan arang dan jemur kembali dibawah sinar matahari selama kurang lebih 1 jam, pastikan arang tidak menimbulkan bara api

3. Sortir arang untuk mendapatkan arang yang sempurna.

### 3. Penggilingan dan pengayakan

Setelah dilakukan proses karbonasi dan menjadi arang sempurna, arang kelapa yang masih memiliki ukuran yang besar dilakukan proses penggilingan menggunakan mesin untuk mendapatkan arang yang lebih halus, dan untuk arang pelepah pisang yang telah halus langsung dilakukan pengayakan dengan mesh 80, arang kelapa dilakukan pengayakan dengan mesh yang bervariasi yaitu mesh 40, 60, 80.

### 4. Pencampuran bahan baku dengan perekat

1. Setelah dilakukan proses pengayakan pada kedua bahan, menyiapkan perekat tepung tapioka sebesar 5 gram dengan perbandingan 1 : 10 dengan air (5 gram : 50 ml) kemudian dimasak menggunakan panci dan diaduk hingga tepung tapioka tercampur sempurna.

2. Setelah itu campurkan serbuk arang kelapa dan serbuk arang pelepah pisang yang telah diayak dengan perekat 5 gram pada setiap campuran 80 gram arang kelapa : 20 gram arang pelepah pisang. Untuk pembuatan briket menggunakan variasi ukuran mesh arang kelapa : mesh arang pelepah pisang yaitu mesh 40 : mesh 40, mesh 60 : mesh 40, mesh 80 : mesh 40. Campur bahan baku beserta perekat tepung tapioka hingga tercampur dengan sempurna dan dihasilkan briket yang diinginkan.

### 5. Pencetakan

Setelah semua bahan telah dilakukan proses pencampuran, selanjutnya dilakukan proses pencetakan dan dimasukkan alat pencetak dan ditekan dengan tekanan 100 psi. bentuk cetakan silinder dengan ukuran Panjang berkisar 13 – 15 cm dan menghasilkan berat briket 12 – 14 gram.

### 6. Pengeringan

Setelah dilakukan proses pencetakan. Briket dilakukan proses pengeringan kembali dibawah sinar selama 3 hari dan dilanjutkan menggunakan oven dengan kisaran suhu 50°C - 70°C selama kurang lebih 30 menit. Kemudian briket disimpan pada tempat yang kedap udara untuk menjaga kualitas briket.

7. Pengujian karakteristik briket arang kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kualitas yang dihasilkan dengan acuan standar (SNI 01-6235-2000), yaitu :
1. Nilai kalor
  2. Kadar air
  3. Kadar abu
  4. Kadar zat terbang
  5. Kadar karbon terikat
  6. Laju pembakaran

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Karakteristik Bahan Baku

**Tabel 1.** Hasil Uji Nilai Kalor Bahan Baku

Nilai Kalor	Tempurung Kelapa mesh 40	Pelepah Pisang Mesh 40
Nilai kalor (kal/gram)	6676,31	3460,43

Penelitian ini menggunakan arang tempurung kelapa dan arang pelepah pisang. Untuk mengetahui kualitas briket yang akan dibuat maka perlu dilakukan pengujian terhadap bahan baku yang akan digunakan dalam produksinya.

### Hasil Uji Karakteristik Biobriket

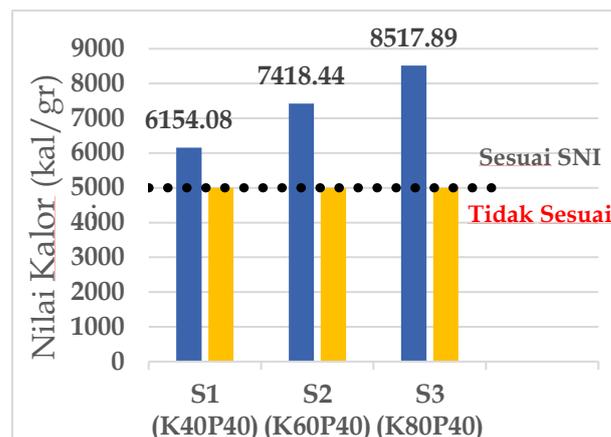
**Tabel 2.** Hasil Uji Karakteristik Biobriket

Sam pel	Nilai kalor (Kal/g )	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar zat terbang (%)	Kadar karbon terikat (%)
S1	6154,08	3,8	22,5	0,8825	72,8175
S2	7418,44	3,5	20,5	0,8625	75,1375
S3	8517,89	3,3	19,5	0,84	76,36
SNI -01-6235-2000	Minimum 5000 kal/gr	Maksimum 8%	Maksimum 8%	Maksimum 15%	Minimum 60%

### Pembahasan Hasil Uji Karakteristik Biobriket

#### 1. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas biobriket arang kelapa. Dimana jika briket arang memiliki nilai kalor yang tinggi maka menunjukkan kualitas briket tersebut baik, sehingga biobriket tersebut dapat dikatakan layak untuk dijadikan bahan bakar alternatif.



**Gambar 2.** Grafik uji nilai kalor

Hasil dari pengukuran nilai kalor biobriket menunjukkan bahwa semua sampel baik S1, S2, dan S3 memenuhi standart pembuatan briket yaitu bernilai diatas 5000 kal/gr. Namun dapat dilihat dari semua sampel memiliki nilai yang berbeda meskipun dengan campuran bahan baku yang sama yaitu 80% arang kelapa dan 20% arang pelepah pisang, dimana nilai kalor mengalami peningkatan ketika ukuran mesh serbuk arang semakin kecil yaitu ukuran mesh 80. Dari data yang didapatkan menunjukkan bahwa semakin besar ukuran partikel cenderung akan menurunkan nilai kalor dari briket arang tersebut. Nilai kalor terendah didapatkan pada sampel S1 dengan menggunakan mesh terbesar yaitu mesh 40 dan mendapatkan nilai kalor 6154,08 kal/gr sedangkan nilai kalor tertinggi didapatkan pada sampel S3 yang menggunakan ukuran mesh paling kecil yaitu mesh 80 dengan nilai kalor 8517,89 kal/gr, sedangkan untuk S2 memiliki nilai kalor sebesar 7418,44 kal/gr.

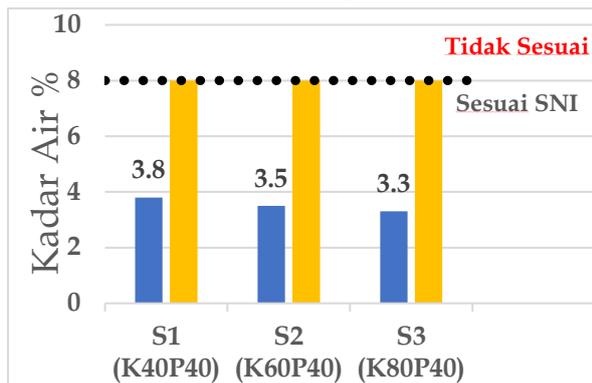
Menurut (Alfajriandi, 2017) menyatakan bahwa perbedaan ukuran partikel arang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya nilai kalor yang dihasilkan, tinggi rendahnya nilai kalor juga dipengaruhi oleh karbon terikat yang dihasilkan, pendapat tersebut diperkuat oleh (Fasial, 2010) mengatakan bahwa nilai kalor didalam briket dipengaruhi oleh tinggi rendahnya karbon terikat, semakin rendah karbon terikat menghasilkan nilai kalor yang rendah dan sebaliknya. Perbedaan nilai kalor pada ukuran mesh yang berbeda bisa disebabkan karena proses pengeringan bahan baku yang kurang sempurna terjadi pada ukuran partikel arang dengan mesh yang lebih besar yaitu mesh 40 dikarenakan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengeringkan semua permukaan partikel. Hal ini diperkuat oleh (Jaswella, 2022) mengatakan bahwa semakin tinggi kadar air dapat menyebabkan kualitas briket arang menurun, karena sejumlah nilai kalor digunakan untuk penguapan air terlebih dahulu.

#### 2. Kadar Air

Kadar air yang terkandung dalam briket arang dapat mempengaruhi kualitas biobriket yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai dari kadar air dapat menyebabkan nilai kalor yang dimiliki briket arang semakin menurun.

Kadar air yang tinggi juga berpengaruh terhadap temperature dan lama waktu pembakaran pada briket.

**Gambar 3.** Grafik uji kadar air



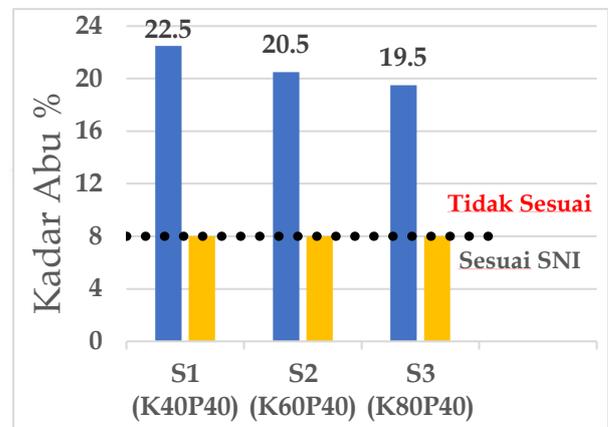
Hasil dari pengukuran kadar air biobriket menunjukkan bahwa semua sampel baik S1, S2, dan S3 memenuhi standart pembuatan briket yaitu kadar air dibawah 8%. Namun dapat dilihat dari semua sampel memiliki nilai yang berbeda meskipun dengan campuran bahan baku yang sama yaitu 80% arang kelapa dan 20% arang pelepah pisang, dimana kadar air mengalami peningkatan ketika ukuran mesh serbuk arang semakin besar yaitu ukuran mesh 40, dan kadar air semakin menurun ketika menggunakan ukuran mesh 80. Kadar air tertinggi didapatkan pada sampel S1 yang menggunakan ukuran mesh terbesar yaitu mesh 40 dengan nilai kadar air 3,8% sedangkan kadar air terendah didapatkan pada sampel S3 yang menggunakan ukuran mesh terkecil yaitu mesh 80 dengan kadar air 3,3 %, dan untuk S2 dengan kadar air sebesar 3,5 %.

Penggunaan mesh 80 menghasilkan nilai kadar air yang rendah disebabkan karena pada penggunaan ukuran mesh dengan ukuran partikel yang lebih lebar yaitu mesh 40, panas yang tersimpan pada briket digunakan terlebih dulu untuk mengeluarkan air yang belum sepenuhnya menguap karena ukuran partikel yang lebih besar, hal ini dikarenakan briket arang memiliki sifat higroskopis (mudah menyerap air dari sekelilingnya). Pendapat ini diperkuat oleh (Ruslan, 2020) mengatakan dengan ukuran partikel arang yang lebih kecil, tingkat kadar air relatif rendah disebabkan oleh pori – pori yang rapat dan saling mengisi antara partikel sehingga kemampuan menyerap air semakin rendah. Pendapat ini juga sesuai yang dikemukakan oleh (Purwanto, dkk. 2015) bahwa semakin padat dan rapatnya pori – pori maka menyebabkan sifat higroskopis pada briket semakin kecil. Kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan (Priyanto, 2018) yang meneliti tentang pengaruh ukuran partikel terhadap kerapatan, kadar air, dan laju pembakaran pada briket kayu. Hal ini disebabkan karena pada penelitian tersebut menggunakan perekat tepung tapioka dengan presentase yang lebih banyak yaitu 30 gram, sedangkan penelitian ini menggunakan perekat tapioka sebesar 5 gram. Hal ini diperkuat oleh pendapat (Triono, 2006) mengatakan bahwa banyaknya kadar perekat yang

digunakan dalam membuat briket dapat meningkatkan kadar air yang dihasilkan

### 3. Kadar Abu

Abu merupakan bagian yang tersisa dari briket arang setelah dilakukan pembakaran. Abu sisa dari pembakaran briket tersebut tersusun dari silikat yang terdapat pada bahan baku pembuatan briket dan juga dapat berasal dari perekat briket yang digunakan. Kadar abu yang tinggi juga dapat mempengaruhi besar kecilnya nilai kalor yang dihasilkan briket arang



**Gambar 4.** Grafik uji kadar abu

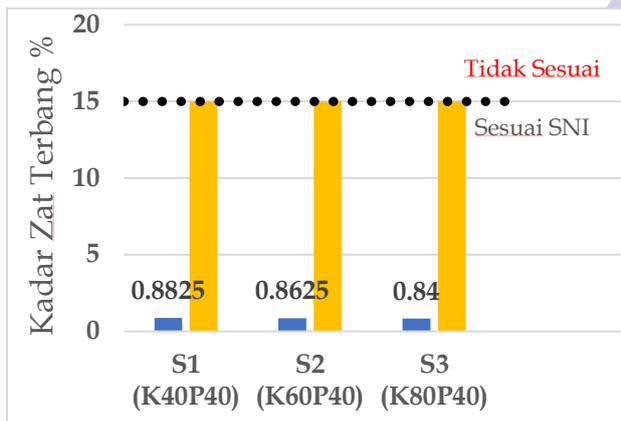
Grafik diatas menunjukkan dua nilai berbeda yaitu nilai hasil pengujian dan nilai standart kadar abu untuk pembuatan briket. Jika kadar abu dari briket diatas 8% maka briket belum memenuhi standart pembuatan briket. Hasil dari pengukuran kadar abu biobriket menunjukkan bahwa semua sampel baik itu S1, S2, dan S3 belum memenuhi standart pembuatan briket yaitu kadar abu dibawah 8%. Namun dapat dilihat dari semua sampel memiliki nilai yang berbeda meskipun dengan campuran bahan baku yang sama yaitu 80% arang kelapa dan 20% arang pelepah pisang, dimana kadar abu mengalami peningkatan ketika ukuran mesh serbuk arang semakin besar yaitu ukuran mesh 40, dan kadar abu semakin menurun ketika menggunakan ukuran mesh 80. Data yang didapatkan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar abu pada setiap penggunaan ukuran mesh yang berbeda, dimana semakin besar ukuran mesh yang dipakai menghasilkan kadar abu yang semakin tinggi. Kadar abu tertinggi didapatkan pada sampel S1 yang menggunakan ukuran mesh terbesar yaitu mesh 40 dengan nilai kadar abu 22,5% sedangkan kadar abu terendah didapatkan pada sampel S3 dengan ukuran mesh paling kecil yaitu mesh 80 dengan nilai kadar abu 19,5% sedangkan untuk kadar abu S2 sebesar 20,5%.

Menurut (Sibarani, 2016) menyatakan bahwa perbedaan ukuran partikel dapat mempengaruhi nilai kadar abu yang dihasilkan, kadar abu yang tinggi juga dapat dihasilkan dari proses pengarangan atau karbonasi yang kurang sempurna, jika karbonasi dilakukan dengan sempurna maka dapat menghasilkan arang yang murni sehingga memiliki kadar abu yang rendah. Pada sampel yang menggunakan ukuran partikel yang lebih kecil yaitu mesh 80 memiliki kadar

abu yang lebih rendah, hal ini disebabkan karena pada ukuran partikel yang lebih kecil telah menjadi arang seutuhnya. Pendapat ini diperkuat oleh (Ruslan, 2020) mengatakan bahwa kadar abu yang tinggi dipengaruhi oleh bahan baku yang memiliki kandungan silika yang belum terbakar dan berubah menjadi arang.

#### 4. Kadar Zat Terbang

Zat terbang pada briket dihasilkan dari zat menguap sebagai hasil dari dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terkandung didalam arang selain air. Kandungan zat terbang yang tinggi pada briket arang akan menghasilkan banyaknya asap ketika briket dibakar, sedangkan tinggi rendahnya kadar zat terbang disebabkan oleh komposisi campuran bahan baku pada biobriket



Gambar 5. Grafik uji kadar zat terbang

Hasil pengujian dari nilai kadar zat terbang menunjukkan jika kadar zat terbang dari briket diatas 15% maka briket belum memenuhi standart pembuatan briket. Hasil dari pengukuran kadar abu biobriket menunjukkan bahwa semua sampel baik itu S1, S2, dan S3 telah memenuhi standart pembuatan briket yaitu kadar zat terbang dibawah 15%. Namun dapat dilihat dari semua sampel memiliki nilai yang berbeda meskipun dengan campuran bahan baku yang sama yaitu 80% arang kelapa dan 20% arang pelepah pisang, dimana kadar zat terbang mengalami peningkatan ketika ukuran mesh serbuk arang semakin besar yaitu ukuran mesh 40, dan kadar abu semakin menurun ketika ukuran mesh 80 meskipun dengan selisih yang sedikit. Data yang didapatkan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai kadar zat terbang dari semua sampel yang memiliki ukuran mesh yang berbeda, dimana kadar zat terbang semakin tinggi berbanding lurus dengan penggunaan ukuran mesh yang semakin besar. Kadar zat terbang tertinggi didapatkan pada sampel S1 yang menggunakan ukuran mesh terbesar yaitu mesh 40 dengan nilai kadar zat terbang 0,8825 % sedangkan kadar zat terbang terendah didapatkan pada sampel S3 dengan ukuran mesh paling kecil yaitu mesh 80 dengan nilai kadar abu 0,84% dan nilai kadar zat terbang S2 sebesar 0,8625%.

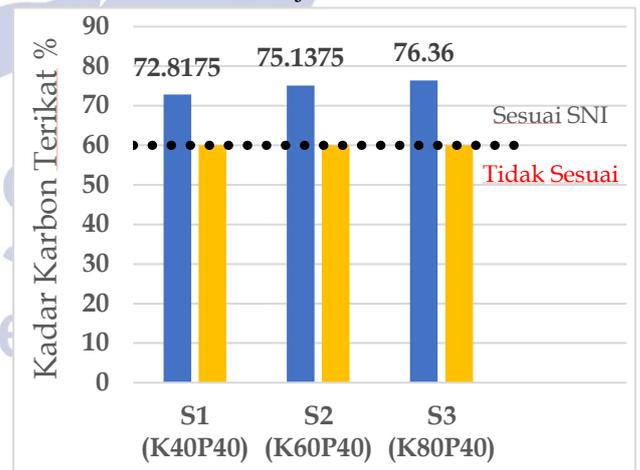
Kadar zat menguap yang tinggi berbanding lurus dengan kadar air yang dihasilkan, penggunaan mesh 80 menghasilkan kadar air yang rendah dibandingkan

dengan penggunaan mesh 40 dimana jika semakin tinggi kadar air yang dimiliki maka zat menguap yang dihasilkan akan semakin tinggi. Kadar zat menguap juga dipengaruhi oleh proses karbonasi yang kurang sempurna. Pada saat proses karbonasi bahan baku, arang yang sempurna didapatkan pada ukuran partikel yang kecil, partikel arang yang kecil tersebut lolos ayakan mesh 80, sedangkan untuk partikel yang lebih besar unsur organik belum mengalami penguapan secara sempurna. Pendapat ini diperkuat oleh (Agnes, 2020) mengatakan bahwa tinggi rendahnya kadar zat menguap pada briket arang diduga disebabkan oleh proses karbonasi yang kurang baik dan waktu serta suhu proses pengarangan, semakin besar suhu dan waktu pengarangan maka semakin banyak zat menguap yang terbang sehingga proses pengujian akan mendapatkan hasil yang rendah. Menurut (Ramadhani, 2017) kadar zat menguap yang tinggi akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat briket dibakar, kandungan asap yang tinggi ini disebabkan oleh reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol. Kadar zat terbang yang tinggi ini juga dapat berpengaruh terhadap kualitas briket yang dihasilkan, ketika zat terbang tinggi maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin rendah (Murni, 2014).

#### 5. Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat juga merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan baik buruknya kualitas dari briket dimana semakin tinggi nilai dari kadar karbon terikat maka semakin baik pula kualitas briket tersebut, dengan tingginya nilai kadar karbon terikat dapat menghasilkan briket yang minim asap pada saat briket dibakar.

Gambar 5. Grafik uji kadar karbon terikat



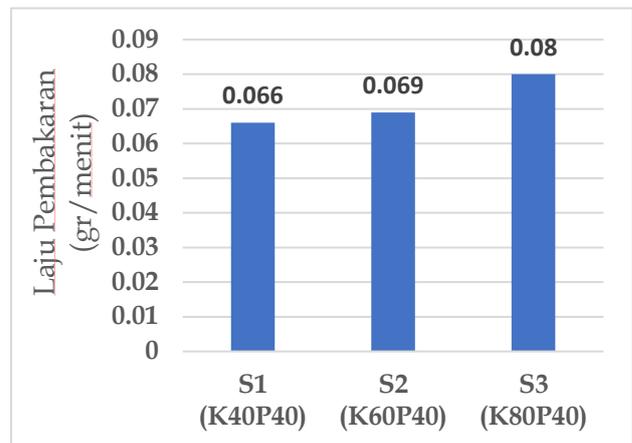
Grafik diatas menunjukkan dua nilai berbeda yaitu nilai hasil pengujian dan nilai standart kadar karbon terikat untuk pembuatan briket. Jika kadar karbon terikat dari briket dibawah 60% maka briket belum memenuhi standart pembuatan briket. Hasil dari pengukuran kadar karbon terikat biobriket menunjukkan bahwa semua sampel baik itu S1, S2, dan

S3 telah memenuhi standart pembuatan briket yaitu kadar zat terbang diatas 60%. Namun dapat dilihat dari semua sampel memiliki nilai yang berbeda meskipun dengan campuran bahan baku yang sama yaitu 80% arang kelapa dan 20% arang pelepah pisang, dimana kadar karbon terikat mengalami penurunan ketika ukuran mesh serbuk arang semakin besar yaitu ukuran mesh 40, dan kadar abu semakin meningkat ketika ukuran mesh 80 meskipun dengan selisih yang sedikit. Data yang didapatkan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai kadar karbon terikat dari semua sampel yang memiliki ukuran mesh yang berbeda, dimana kadar karbon terikat semakin tinggi berbanding lurus dengan penggunaan ukuran mesh yang semakin kecil. Kadar karbon terikat tertinggi didapatkan pada sampel S3 yang menggunakan ukuran mesh terkecil yaitu mesh 80 dengan nilai kadar karbon terikat 76,36% sedangkan kadar karbon terikat terendah didapatkan pada sampel S1 dengan ukuran mesh paling besar yaitu mesh 40 dengan nilai kadar abu 72,8175% sedangkan untuk S2 memiliki nilai kadar karbon terikat sebesar 75,1375%.

Jumlah karbon terikat dalam briket dipengaruhi oleh jumlah zat yang mudah menguap, kadar abu, dan kadar air yang terkandung dalam briket. ketika zat mudah menguap, kadar abu, dan kadar air meningkat maka jumlah kadar karbon terikat akan menurun. Pada penggunaan mesh 80 memiliki kualitas yang lebih baik dari pengujian kadar zat menguap, kadar abu, dan kadar air dibandingkan dengan penggunaan mesh 40 dan mesh 60 sehingga kadar karbon terikat lebih tinggi. Pendapat ini diperkuat oleh (Agnes, 2020) mengatakan bahwa besar kecilnya kadar karbon terikat yang dihasilkan oleh briket dapat dipengaruhi oleh bervariasinya kadar abu, kadar air, dan zat mudah menguap yang terkandung didalamnya, kadar karbon terikat akan bernilai tinggi jika kadar abu, kadar air, dan zat menguap bernilai rendah. Menurut (Susanto, 2013) kandungan karbon terikat yang rendah dapat menyebabkan berkurangnya panas pada saat briket dibakar. Selain dari kadar air, kadar abu, dan zat yang mudah menguap tinggi rendahnya karbon terikat juga dapat disebabkan oleh pemilihan bahan baku yang digunakan untuk pembuatan briket.

## 6. Laju Pembakaran

Laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui efektifitas dan kualitas dari suatu bahan bakar seperti bahan bakar dari biobriket. Dimana laju pembakaran sangat berguna untuk mengetahui sejauh mana kemampuan bahan bakar untuk tetap menyala dan menghasilkan energi hingga bahan bakar dapat dikatakan layak untuk digunakan.



Gambar 6. Grafik uji laju pembakaran

Laju pembakaran dapat dilihat dari semua sampel memiliki nilai yang berbeda meskipun dengan campuran bahan baku yang sama yaitu 80% arang kelapa dan 20% arang pelepah pisang, dimana laju pembakaran memiliki waktu bakar yang lebih lama ketika ukuran mesh serbuk arang semakin besar yaitu ukuran mesh 40, dan laju pembakaran semakin cepat ketika ukuran mesh 80. Data yang didapatkan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan laju pembakaran dari semua sampel yang memiliki ukuran mesh yang berbeda, dimana laju pembakaran semakin cepat berbanding lurus dengan penggunaan ukuran mesh yang semakin kecil. Laju pembakaran briket berkisar antara 0,066 gr/menit – 0,08 gr/menit, laju pembakaran tertinggi didapatkan pada sampel S3 yang menggunakan ukuran mesh terkecil yaitu mesh 80 dengan laju pembakaran 0,08 gr/menit sedangkan laju pembakaran terendah didapatkan pada sampel S1 dengan ukuran mesh paling besar yaitu mesh 40 dengan laju pembakaran 0,066 gr/menit. Laju pembakaran merupakan penggambaran berkurangnya bobot briket per menit selama dilakukan proses pembakaran,

Menurut (Masthura, 2019) nilai kalor berpengaruh terhadap laju pembakaran yang dihasilkan, pada penggunaan mesh 80 nilai kalor didapatkan lebih tinggi jika dibandingkan dengan mesh 40 dan mesh 60 sehingga menyebabkan briket terbakar lebih cepat dengan suhu yang lebih tinggi. Pendapat ini sesuai dengan (Abdullah, K, 2017) mengatakan laju pembakaran dipengaruhi oleh nilai kalor yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai kalor pada briket maka semakin baik pula laju pembakaran pada briket. Pendapat lain mengatakan dengan semakin rapatnya jarak antar partikel briket maka perpindahan panas juga akan merambat lebih baik sehingga briket dapat terbakar secara keseluruhan hingga menjadi abu (Iskandar, 2015). Briket dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik ketika memiliki panas yang tinggi dengan laju pembakaran yang baik.

## 7. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan untuk menghitung keuntungan yang diperoleh dalam produksi biobriket dari campuran tempurung kelapa dan pelepah pisang jika dibandingkan dengan menggunakan arang

tempurung kelapa yang belum diolah. Untuk mengetahui keuntungan maka harus dihitung margin kotor dan margin bersih pada produksi biobriket dengan rincian sebagai berikut.

Dalam pembuatan briket campuran arang kelapa dan pelepah pisang sebelumnya menggunakan campuran sederhana yaitu 80 gram arang kelapa : 20 gram pelepah pisang dan dicampur 5 gram perekat tapioka. Sebagai contoh menghitung margin kotor dan margin bersih, maka dapat menggunakan campuran briket dengan skala produksi yang lebih banyak yaitu 8 kg arang kelapa atau 8000 gram arang tempurung kelapa : 2000 gram arang pelepah pisang dan 500 gram perekat tepung tapioka.

**Tabel 3.** Biaya Pembuatan Briket

No	Jenis Barang	Uraian Biaya	Pembuatan Dari 8 Kg Arang
1	Arang kelapa 1 kg	Rp. 10.000	10.000 x 8 =Rp. 80.000
2	Arang pelepah pisang	Rp. 0	Rp. 0
3	Tapung tapioka ½ kg (500gr)	Rp. 4.000	Rp. 4.000
4	Biaya oprasional (Kayu bakar)	Rp. 10.000	Rp. 10.000
5	Lain – lain	Rp. 5.000	Rp. 5.000

Dari pembuatan briket dengan bahan baku arang kelapa sebanyak 8000 gram, arang pelepah pisang 2000 gram, dan perekat 500 gram, dapat menghasilkan briket sebanyak 700 buah dengan berat satuan briket sebesar 12 gram, sehingga berat total yang diperoleh 700 x 12 = 8.400 gram atau 8,4 kg

Spesifikasi briket arang kelapa di pasaran khususnya dijual pada toko online memiliki nilai kalor 5000 kal/g – 5500 kal/g dengan kadar air 5% dan lama pembakaran 1,5 – 2 jam yang dibandrol dengan harga Rp. 12.000 untuk 1 kg briket (sumber, shopee). Sedangkan briket campuran arang kelapa dan pelepah pisang ini memiliki spesifikasi yang lebih baik dengan nilai kalor yang lebih tinggi yaitu 6000 kal/g – 8000 kal/g, kadar air 3,3% - 3,8%, dan lama pembakaran 2 – 2,5 jam yang akan dibandrol dengan harga Rp. 15.000 untuk 1 kg briket, maka margin yang dapat dihitung sebagai berikut

1. Menghitung margin kotor

$$\frac{(\text{Total pendapatan} - \text{Hpp})}{\text{Total pendapatan}} \times 100$$

$$= \frac{((15.000 \times 8,4) - (80.000 + 4000))}{15.000 \times 8,4} \times 100$$

$$= \frac{(126.000 - 84.000)}{126.000} \times 100$$

$$= \frac{42.000}{126.000} \times 100$$

$$= 33,33 \%$$

2. Menghitung margin bersih

$$\frac{(\text{Total pendapatan} - (\text{Hpp} + \text{biaya oprasional} + \text{lain-lain}))}{\text{Total pendapatan}}$$

$$\times 100$$

$$= \frac{((15.000 \times 8,4) - (80.000 + 4000 + 10.000 + 5.000))}{15.000 \times 8,4}$$

$$\times 100$$

$$= \frac{(126.000 - 99.000)}{126.000} \times 100$$

$$= \frac{27.000}{126.000} \times 100$$

$$= 21,42 \%$$

Pemanfaatan limbah organik dari pelepah pisang untuk pembuatan biobriket dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan serta menekan biaya pembuatan dari biobriket. Dilihat dari segi ekonomis terdapat beberapa kelebihan dalam penggunaan briket dibandingkan dengan arang kelapa biasa yang belum diolah, seperti :

1. Pada saat dibakar briket memiliki panas yang lebih konstan dibandingkan dengan arang biasa, sehingga membutuhkan jumlah briket yang lebih sedikit untuk mendapatkan panas yang sama, dibandingkan dengan menggunakan arang kelapa biasa.
2. Briket memiliki laju pembakaran yang lebih lama dibandingkan dengan arang biasa, sehingga lebih hemat dalam penggunaannya.
3. Bahan campuran yang digunakan dalam briket dapat diperoleh dengan mudah dan gratis, karena bahan bakunya sendiri merupakan biomassa.

**PENUTUP**  
**Simpulan**

Variasi ukuran mesh serbuk arang kelapa pada proses pembuatan briket dari pelepah pisang berpengaruh terhadap kualitas biobriket yang dihasilkan, dengan menggunakan ayakan mesh 80 yang memiliki partikel arang yang lebih kecil dapat mempermudah mengurangi kadar air lebih baik sehingga meningkatkan nilai kalor dan kadar karbon terikat pada briket. Berdasarkan dari hasil uji, semua sampel briket memenuhi standart briket SNI 01-6235-2000 kecuali untuk pengujian kadar abu yang masih tinggi diatas standart. Dilihat dari nilai standart SNI sampel S3 dengan ukuran mesh 80 arang kelapa dan mesh 40 arang pelepah pisang menjadi briket dengan kualitas terbaik dibandingkan dengan sampel S1 dan S2 dengan nilai kalor 8517,89 kal/gram, kadar air 3,3%, kadar abu 19,5%, kadar zat terbang 0,84%, kadar karbon terikat 76,365% dan laju pembakaran 0,08 gr/menit.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdullah, K. (2017). Analisis Fisis Briket Arang dari Sampah Berbahan Alami Kulit Buah dan Pelepah Salak. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains & Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Agnes, Hamsina, Yacub, N. (2020). Penentuan Karakteristik Briket Arang Bambu Dengan Menggunakan Perekat Tepung Sagu dan Tapioka. *SIANTIS*. 1(2).
- Alfajriandi, Hamzah, F., & Hamzah, F. H. (2017). PERBEDAAN UKURAN PARTIKEL TERHADAP KUALITAS BRIKET ARANG DAUN PISANG KERING. *JOM Faperta UR*, Vol. 4 No. 1
- Faisal, M., Desvita, H., Syaubari, S., Alam, P. N., & Daimon, H. (2019). Briquetting of charcoal from residue of pyrolyzed palm kernel shells. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 15(5), 690-694.
- Indonesia, B. P. S. (2023, November 30). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2023. Badan Pusat Statistik Indonesia. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/11/30/d3456ff24f1d2f2cfd0ccb0/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2023.html>
- Iskandar, N., Nugroho, S., & Feliyana, M. F. (2019). Uji kualitas produk briket arang tempurung kelapa berdasarkan standar mutu SNI. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 15(2).
- Jaswella, R. W. A., Sudding, S., & Ramdani, R. (2022). Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa. *Chem. J. Ilm. Kim. dan Pendidik. Kim*, 23(1), 7.
- Masthura, M. (2019). Analisis fisis dan laju pembakaran briket bioarang dari bahan pelepah pisang. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 5(1), 58-66.
- Menteri ESDM tetapkan formula harga minyak mentah Indonesia. (n.d.). ESDM. <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-minyak-dan-gas-bumi/menteri-esdm-tetapkan-formula-harga-minyak-mentah-indonesia>
- Nuwa dan Prihanika. (2018). Tepung Tapioka Sebagai Perekat dalam Pembuatan Arang Briket. *Jurnal Pengabdian Mu*. 3 (1) : 34-38
- Pertanian, P. D. D. S. I. (2022, November 1). Statistik Pertanian 2022. <https://repository.pertanian.go.id/items/94d6f800-026b-4433-a050-9125b247341e>
- Priyanto, A., Hantarum, H., & Sudarno, S. (2018, September). Pengaruh variasi ukuran partikel briket terhadap kerapatan, kadar air, dan laju pembakaran pada briket kayu sengon. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (pp. 541-546).
- Ramadhani, S. F., Utama, M. J., & Ariani, A. (2021). PEMBUATAN BIOBRIKET DARI LIMBAH KOPI DAN SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 210-217.
- Ruslan, R. (2020). Pengaruh ukuran partikel terhadap karakteristik briket berbasis sekam padi dan tempurung kelapa. *Jurnal Ilmu Fisika: Teori dan Aplikasinya*, 2(2), 59-65.
- Ruslan, R. (2020). Pengaruh ukuran partikel terhadap karakteristik briket berbasis sekam padi dan tempurung kelapa. *Jurnal Ilmu Fisika: Teori dan Aplikasinya*, 2(2), 59-65.
- Sibarani, F. A. S. (2016). Pengaruh Perbandingan Tempurung Kelapa Dan Eceng Gondok Serta Variasi Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(3), 56-61.
- Sudding, Maryono dan Rahmawati. (2013). Pembuatan dan Analisis Kadar Air, Kadar Abu dan Kadar Zat yang Hilang Pada Suhu 950°C Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Makassar: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar. Jurnal Chemica Vol. 14, No. 1: 74- 83*
- Suhartoyo dan Sriyanto. (2017). Efektifitas Briket Biomassa. *Pros. SNATIF Ke-4*, 25, 623-627.
- Susanto, A., & Yanto, T. (2013). Pembuatan briket bioarang dari cangkang dan tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal teknologi hasil pertanian*, 6(2).#
- THOYEB, E. (2021). Perbedaan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Batang Pisang.
- Triono, A. (2006). Karakteristik briket arang dari campuran serbuk gergaji kayu Afrika (*Maesopsis eminii engl*) dan Sengon (*Paraserianthes falcataria L. Nielsen*) dengan penambahan tempurung kelapa (*cocos nucifera L.*). Bogor: Skripsi Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Usman, N. M. (2007). Mutu briket arang kulit kakao dengan menggunakan kanji sebagai perekat. *Jurnal Perennial Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Makassar Vol. 3 (2) : 55-58*