

Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran Biobriket Berbasis Ampas Kopi Arabica dan Robusta dengan Metode Densifikasi

Elwina^{1*}, Ratni Dewi², Syafruddin³, Zuhra Amalia⁴, Muhammad Fadhil⁵

^{1,5} Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

*elwina@pnl.ac.id (penulis korespondensi)

Abstrak—Penelitian ini mempelajari tentang karakteristik biobriket dari ampas kopi Arabica dan Robusta dengan variasi tekanan densifikasi. Penelitian ini dirancang dengan variabel bebas yaitu variasi komposisi bahan baku dengan sampel (A, B, C, D, E) % dan tekanan densifikasi (225, 250, 275) kg/cm². Ampas kopi dikarbonisasi dengan suhu 300-350°C. Proses pembuatan biobriket diawali dengan penghancuran arang dan pengayakan butiran arang sehingga diperoleh ukuran butiran 60 /80 mesh, arang tersebut dicampur dengan tepung tapioka sebagai bahan perekatnya. Kemudian terbentuk adonan biobriket, lalu dicetak dengan tekanan densifikasi 225, 250, 275 kg/cm² dan dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Selanjutnya arang tersebut dikarakterisasi meliputi 4 parameter yakni kadar air, kadar abu, kadar karbon terikat dan uji nilai kalor. Selanjutnya hasil terbaik diuji analisa TGA (Thermal Gravimetry Analysis). Hasil terbaik yang didapat dari penelitian ini yaitu pada sampel B dengan tekanan 225 kg/cm². Hasil yang diperoleh paling terbaik dengan nilai kadar air sebesar 4.45%, kadar abu sebesar 2,2%, kadar karbon terikat 91,35% dan nilai kalor sebesar 5879.3 kal/g. Hasil yang didapat pada penelitian ini untuk kadar air, kadar abu, kadar karbon terikat dan nilai kalor sudah memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu ≥ 5000 kal/g. Untuk konversi nilai kalor dari 1 kg briket arabica menghasilkan energi listrik 6.598 kWh/kg, sehingga untuk mendapatkan energi listrik 1 kWh membutuhkan 0,151 kg. Untuk nilai laju pembakaran yang paling tinggi yaitu pada briket dengan tekanan 275 kg/cm² sebesar 0.13 (gram/menit) pada rasio 0 : 100 untuk arabica : robusta.

Kata kunci— Biobriket, Ampas Kopi, Arabica, Robusta, Tekanan Densifikasi.

Abstract— This research studied the characteristics of biobriquettes from Arabica and Robusta coffee grounds with variations in densification pressure. This study was designed with independent variables, namely variations in the composition of raw materials with samples (A, B, C, D, E) % and densification pressure (225, 250, 275) kg/cm². Coffee grounds are carbonized at 300-350°C. The process of making biobriquettes begins with crushing the charcoal and sifting the charcoal granules to obtain a grain size of 60/80 mesh, the charcoal is mixed with tapioca flour as an adhesive. Then the biobriquette dough was formed, then printed with a densification pressure of 225, 250, 275 kg/cm² and dried in an oven at 60°C for 24 hours. Furthermore, the charcoal was characterized including 4 parameters, namely moisture content, ash content, bound carbon content and calorific value test. Furthermore, the best results were tested by TGA analysis (Thermal Gravimetry Analysis). The best results obtained from this study were sample B with a pressure of 225 kg/cm². The best results were obtained with a moisture content of 4.45%, ash content of 2.2%, bound carbon content of 91.35% and a calorific value of 5879.3 cal/g. The results obtained in this study for water content, ash content, bound carbon content and calorific value complied with SNI 01-6235-2000, namely ≥ 5000 cal/g. For the conversion of the calorific value of 1 kg of Arabica briquettes it produces 6,598 kWh/kg of electrical energy, so to get 1 kWh of electrical energy it requires 0.151 kg. For the value of the highest burning rate, namely in briquettes with a pressure of 275 kg/cm² of 0.13 (gram/minute) at a ratio of 0 : 100 for arabica: robusta

Keywords— Biobriquette, Coffee Waste, Arabica, Robusta, Pressure Densification.

I. PENDAHULUAN

Potensi sumber energi terbarukan di Indonesia merupakan sumber energi yang menjanjikan untuk menggantikan ketergantungan kita pada bahan bakar fosil. Salah satu sumber biomassa yang melimpah berasal dari hasil perkebunan yaitu tanaman kopi.

Komposisi ampas kopi dapat digunakan sebagai bahan baku biomassa. Limbah ampas kopi biasanya langsung dibuang yang menyebabkan suatu masalah pencemaran lingkungan, seperti pencemaran tanah. Hanya sebagian kecil dari ampas kopi yang digunakan sebagai pakan ternak atau untuk meningkatkan nutrisi tanaman. Namun, di beberapa daerah, ampas kopi dibakar langsung di lahan terbuka sehingga menimbulkan pencemaran udara dan tanah serta menjadi limbah biomassa. Dengan hal itu, untuk mengatasi permasalahan sampah organik dalam kehidupan sehari-hari, diperlukan suatu metode untuk mengolah limbah ampas kopi sebagai sumber energi terbarukan.

Pada dasarnya limbah biomassa ini dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai bahan bakar, namun proses pembakarannya tidak dapat maksimal karena beberapa faktor antara lain, kadar abu yang tinggi, densitas yang rendah, nilai

kalor per satuan volume yang tidak kompetitif, kadar air yang tinggi dan timbulnya asap. Oleh karena itu, briket adalah salah satu strategi yang paling umum digunakan untuk meningkatkan kualitas bahan bakar dan membantu distribusi, penyimpanan, dan penggunaan bahan bakar secara lebih efisien dan Studi terbaru telah dilaporkan tentang densifikasi yang dibuat dari ampas kopi. Dari beberapa metode yang digunakan untuk pembriketan biomassa, terdapat metode yang paling populer untuk aplikasi skala kecil di negara berkembang adalah dengan menggunakan press ulir. Dengan metode ini dihasilkan briket yang lebih padat dan kuat.

Kopi merupakan tanaman yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi, dengan konsumsi kopi dunia mencapai 70% Arabika dan 26% kopi Robusta [1]. Begitu pula dengan kopi yang terkenal di Indonesia adalah kopi Gayo, ada dua jenis kopi yaitu kopi Arabica dan kopi Robusta.

Di beberapa daerah, ampas kopi dibakar langsung di lahan terbuka sehingga menimbulkan pencemaran udara dan tanah serta menjadi limbah biomassa. Dengan hal itu, untuk mengatasi permasalahan sampah organik dalam kehidupan sehari-hari, diperlukan suatu metode untuk mengolah limbah ampas kopi sebagai sumber energi terbarukan.

Penelitian mengenai kualitas ampas kopi sudah pernah dilakukan [2] dan berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa briket yang menggunakan bahan baku ampas kopi diperoleh perlakuan terbaik pada suhu sintesis 250 °C menghasilkan nilai kalor sebesar 6603 kal/g pada pengujian bomb kalorimeter.

Selain dari pada variasi suhu, proses pembuatan briket juga pernah dilakukan dengan variasi perekat [3]. Perlakuan dilakukan pada suhu torefaksi yaitu 200 °C, 250 °C dan 300 °C. Suhu optimal dengan metode torefaksi untuk pembuatan biobriket dari ampas kopi adalah 300 °C dengan perekat getah pinus 40% yang menghasilkan biobriket lebih padat dan tidak mudah hancur dengan nilai kalori sebesar 6124 kal/gr.

Perumusan masalah yang diamati pada penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana pengaruh variasi perbandingan arabica terhadap robusta melalui penentuan kadar air, kadar abu, kadar karbon dan nilai kalor dari biobriket ampas kopi yang di hasilkan. Juga melihat pengaruh variasi tekanan terhadap kadar air, kadar abu, kadar karbon dan nilai kalor dari biobriket ampas kopi yang di hasilkan serta melakukan karakterisasi biobriket terbaik menggunakan uji TGA dan uji lainnya.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan ampas kopi arabica dan robusta sebagai bahan bakar alternatif dalam usaha menghasilkan energi biomassa dan mendapatkan biobriket terbaik yang dihasilkan dengan metode densifikasi untuk nilai kalor dan laju pembakaran terbaik.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh variasi perbandingan arabica terhadap robusta dengan penentuan kadar air, kadar abu, kadar karbon dan nilai kalor dari biobriket ampas kopi yang di hasilkan.
2. Mengetahui pengaruh variasi tekanan terhadap kadar air, kadar abu, kadar karbon dan nilai kalor dari biobriket ampas kopi yang di hasilkan.
3. Mengetahui karakterisasi biobriket terbaik menggunakan uji TGA dan Laju Pembakaran.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat Penelitian dan Waktu Penelitian :

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Unit Operasi dan laboratorium Migas Teknik kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe. Penelitian meliputi analisis, pengolahan data dan penyusunan laporan.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan Screen / Ayakan ukuran 60/80, Cetakan Briket, Oven, Timbangan, Alat Pengaduk, Jangka Sorong, Drum karbonisasi, Termometer laser digital, Alat tekan/ Pheneumatik press, Beaker glass, Bomb calorimeter K88890, Moisture Analyzer AND MX-50, dan Furnace. Bahan yang digunakan yaitu Ampas kopi arabica dan robusta, Tepung kanji, Air

C. Rancangan Percobaan

1) Variabel Tetap:

Ukuran partikel bahan baku = 60/80 mesh
 Massa Bahan Baku = 30 gram/cetakan
 Diameter cetakan silinder = 3cm, panjang 6cm
 Perekat Tapioka = 10% dari berat bahan baku

Perbandingan Kanji dengan Air = 1 : 4
 Waktu Pengeringan bahan baku = 12 jam
 Temperatur = 110 °C
 Waktu karbonisasi bahan baku = 15 menit
 Temperatur drum karbonisasi = 300 - 350 °C

2) Variabel Bebas :

Perbandingan ampas kopi Arabica : Robusta (%) : 100:0, 0:100, 50:50, 60:40, 40:60
 Tekanan (Kg/cm²) : 225, 250, 275
 Variabel Terikat (SNI 1-6235-2000) : Uji Nilai kalor, Uji Kadar air, Uji Kadar abu, Uji Kadar karbon, Uji TGA (Thermogravimetric Analysis), Uji Laju pembakaran

D. Prosedur Penelitian dan pengujian

1) Tahapan penelitian

Bahan baku yang digunakan sebagai bahan penelitian ini yaitu ampas kopi arabica dan ampas kopi robusta. Ampas kopi arabica dan robusta dibersihkan dari kotoran/sampah, kemudian dikeringkan di oven dengan temperatur 105 °C selama 2 jam. Lalu Ampas kopi di karbonisasi dengan temperatur 300 – 350 °C selama 15 menit. setelah menjadi serbuk kemudian diayak dengan ayakan 60/80 mesh. Ampas yang sudah di setarakan ukuran partikelnya kemudian dicampur dengan perekat komposisi kanji dan air (1:4) dengan 10% dari berat bahan baku 30 gram/cetakan.

Kemudian tahap pencetakan dengan besi silinder berdiameter 3 cm dan tinggi 6 cm lalu ditekan menggunakan alat tekan/phenematik press pada tekanan sesuai variasi (225, 250, 270) Kg/cm². Setelah berbentuk Biobriket dicetak dikeringkan di oven dengan temperatur 105 °C hingga benar kering, lalu ditambahkan 3 lubang 3 mm di tengah biobriket.

2) Tahapan Pengujian

Analisa Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah energi panas yang dilepaskan dari suatu bahan bakar ketika unsur-unsur kimia bahan bakar tersebut dioksidasi. Nilai kalor mempengaruhi efisiensi pembakaran briket atau mempersingkat waktu pembakaran. Semakin tinggi nilai kalor maka semakin baik kualitas briket tersebut, sehingga jumlah briket yang digunakan untuk pembakaran semakin kecil [4].

Rumus menghitung Nilai kalor :

$$\text{Nilai Kalor} = (\text{cal/gr}) \quad (1)$$

Analisa kadar air

Kadar air briket merupakan salah satu yang mempengaruhi karakteristik briket. Jika kandungan air semakin kecil maka akan semakin baik kualitas dari briket yang dihasilkan. Kandungan air yang tinggi menyulitkan penyalaan sehingga briket sulit terbakar. Dengan adanya kadar air yang rendah maka nilai kalor dan daya pembakaran akan semakin tinggi [5].

Rumus mencari kadar air:

$$\% \text{Kadar air} = x \cdot 100\% \quad (2)$$

Keterangan : W1 = Berat Wadah Kosong

W2 = Berat Wadah Kosong + Sampel Awal

W3 = Berat Wadah Kosong + Sampel Akhir

Analisa Kadar Abu

Abu adalah sisa pembakaran sampel yang berasal dari mineral matter dan unsur pengotor (tanah, pasir) yang ikut

terbakar ketika proses pembakaran berlangsung. Briket dengan kadar abu yang tinggi, akan mempengaruhi tingkat pengotoran, keausan, korosi peralatan. Jika abu pada briket tinggi, maka akan mengakibatkan terbentuknya kerak (scale) yang banyak. Semakin rendah kadar abu briket maka akan semakin baik nilai kalor yang dihasilkan oleh briket tersebut .
Rumus mencari kadar abu :

$$\% \text{ Kadar abu} = \frac{W3 - W1}{W2 - W1} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan:

- W1 = Berat Wadah Kosong
- W2 = Berat Wadah Kosong + Sampel Awal
- W3 = Berat Wadah Kosong + Sampel Akhir

Kadar Karbon Terikat (KKT)

Untuk menentukan kadar karbon terikat bisa dihitung dengan persamaan:

$$KKT (\%) = 100 \% - (M + V + A) \% \quad (4)$$

Keterangan :

- M = Kadar air (%)
- V = Kadar zat menguap (%)
- A = Kadar abu (%)

Uji TGA (Thermogravimetric Analysis)

Analisis TGA merupakan analisis yang dilakukan dengan mengukur perubahan berat atau massa yang terjadi terhadap sampel dalam satuan waktu tertentu. Hasil dari TGA akan berupa grafik penurunan massa sampel terhadap waktu.

Pengujian Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan secara manual dengan menggunakan tungku briket. Dimana lama nyala api dari tiap campuran briket dinilai mana yang lebih tahan lama untuk nyalanya. Sebelum melakukan pengujian massa setiap sampel ditimbang. Kemudian tiap sampel dibakar sampai menjadi abu, waktu pembakaran tersebut dihitung menggunakan stopwatch dan massa abu ditimbang lagi untuk mengetahui selisih massa yang terbakar dari massa mula-mula. Pengujian laju pembakaran ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar efisiensi bahan bakar briket ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

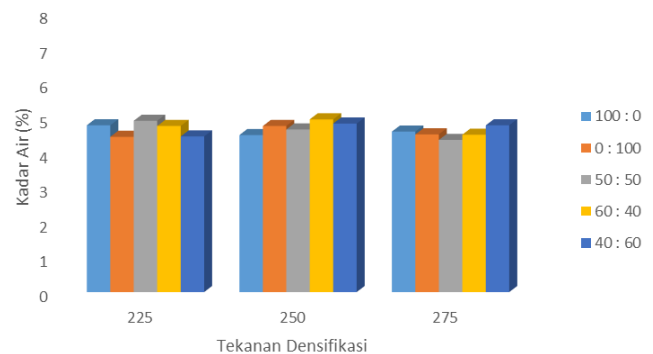
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui nilai kadar air, kadar abu, kadar karbon, nilai kalor dan Thermal gravimetri Anlysis (TGA). Dari analisis yang dilakukan didapatkan hasil seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Perbandingan Komposisi Briket Arabica dan Robusta

A. Uji Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak air yang terkandung pada biobriket tersebut. Berdasarkan hasil yang di peroleh pada penelitian ini tidak terlalu berpengaruh terhadap kadar air, hal ini disebabkan komposisi tiap-tiap bahan yang digunakan berbeda dari bahan yang digunakan pada produksi biobriket yaitu ampas kopi Arabica dan Robusta. Sama halnya dengan pengaruh tekanan, penggunaan tekanan dengan metode densifikasi tidak terlalu mempengaruhi penurunan kadar air karena tekanan yang digunakan tidak terlalu signifikan yaitu rentang tekanan yang digunakan sangat mendekati mulai dari tekanan 225 kg/cm² ,

250 kg/cm² dan 275 kg/cm². Adapun hasil yang di peroleh kadar air pada range 4,36% – 4,95 %.

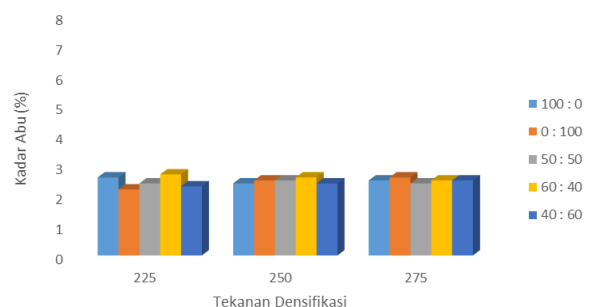


Gambar 1. Grafik pengaruh perbandingan variasi ampas kopi arabica dan robusta dengan variasi tekanan densifikasi terhadap kadar air.

Pada Gambar 1 grafik dapat dikatakan bahwa tekanan densifikasi pencetakan tidak terlalu berpengaruh terhadap kadar air biobriket, namun berdasarkan penelitian sebelumnya semakin besar tekanan pencetakan mengakibatkan semakin rendah kadar airnya. Pada penelitian tersebut tekanan yang digunakan dengan variasi yang lebih signifikan yaitu 45 kg/cm², 80 kg/cm², 115 kg/cm² dan 150 kg/cm² yang diperoleh kadar air terendah sebesar 6,6% pada tekanan 150 kg/cm² dan kadar air tertinggi pada tekanan 45 kg/cm² sebesar 12,7% [6].

Hal itu disebabkan karena dengan adanya tekanan maka kandungan air pada saat pencetakan akan berkurang dalam jumlah tertentu. Pada penelitian ini didapatkan biobriket dengan nilai kadar air kurang dari 8%, hal ini sesuai dengan standar SNI 01-6235-2000 karena nilai kadar air maksimum pada biobriket sebesar 8%. Kadar air pada biobriket diharapkan memiliki nilai yang rendah sehingga dapat menghasilkan nilai kalor yang tinggi dan mudah dalam penyalaan [7].

B. Uji Kadar Abu

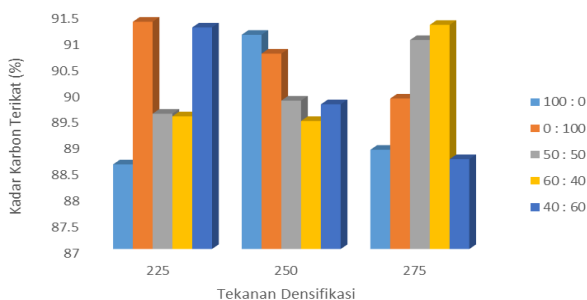


Gambar 2. Grafik pengaruh pengaruh perbandingan variasi ampas kopi arabica dan robusta dengan variasi tekanan densifikasi terhadap kadar abu.

Abu merupakan bagian yang tersisa dari proses pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi. Pada Gambar 2 Grafik diatas ini dapat menunjukkan seberapa besar kadar abu yang dihasilkan dari biobriket ampas kopi Arabica dan Robusta. Penurunan kadar abu yang dihasilkan dari pengaruh komposisi, kadar abu yang diperoleh tidak terlalu berbeda antara komposisi yang satu dengan komposisi

yang lainnya. Demikian pula dengan hal penurunan kadar abu dari biobriket dengan tekanan densifikasi sudah sesuai dengan SNI, hal ini dapat dibuktikan dari data yang diperoleh berada pada range 2% - 2,6% . Pembriketan pada 15 sampel biobriket yang telah dilakukan dalam penelitian ini, nilai kadar abu dari biobriket telah memenuhi standar mutu SNI 01-6235-2000 yaitu $\leq 8\%$. Semakin tinggi kadar abu maka semakin rendah kualitas biobriket karena kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor [8].

C. Kadar Karbon Terikat



Gambar 3. Grafik pengaruh perbandingan variasi ampas kopi arabica dan robusta dengan Variasi Tekanan Densifikasi terhadap kadar karbon Terikat.

Dari Gambar 3 dapat dilihat data yang di peroleh dari kadar karbon terikat yaitu dari pengujian kadar zat menguap, kadar air dan kadar abu dari biobriket, semakin rendah kadar abu dan kadar zat menguap yang dihasilkan dari suatu bahan maka semakin tinggi kadar karbon terikat yang dihasilkan oleh biobriket. Kadar karbon terikat yang diperoleh dari proses pembuatan biobriket pada penelitian ini tekanan densifikasi tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap biobriket yang dihasilkan karena tiap-tiap tekanan dari komposisi yang digunakan kadar karbon yang di peroleh bervariasi seperti halnya data pada tekanan 225 kg/cm² dengan sampel A ampas kopi Arabica : Robusta nilai kadar karbon nya 88,62% , pada pada sampel A tekanan 250 kg/cm² memperoleh data 91,10% dan bahkan pada sampel A tekanan 275 kg/cm² mengalami penurunan menjadi 88,9%. Rata- rata pada penelitian ini diperoleh nilai kadar karbon pada range 88%-91%. Namun secara keseluruhan kadar karbon terikat pada penelitan ini cenderung memenuhi dengan SNI 01-6235-2000 yaitu 77%.

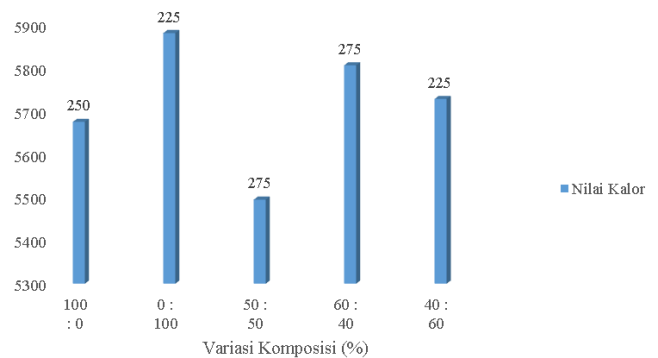
Pengaruh kadar karbon terikat terhadap kualitas biobriket adalah semakin tinggi kadar karbon terikat maka semakin tinggi kualitas briket yang dihasilkan. Briket yang memiliki kadar karbon terikat tinggi akan membuat waktu pembakaran lama dan waktu penyalaan yang relatif lebih singkat, tinggi rendahnya kadar zat terbang pada briket disebabkan oleh proses karbonisasi yang optimal [9].

D. Nilai Kalor

Nilai kalor ditentukan dalam uji standar alat Bomb Kalorimeter, nilai kalor menjadi salah satu karakteristik yang sangat berpengaruh terhadap kualitas briket arang. Semakin tinggi nilai kalor biobriket arang, maka semakin baik kualitas biobriket arang yang dihasilkan.

Nilai kalor sangat menentukan kualitas biobriket. Semakin tinggi nilai kalor, maka semakin baik pula kualitas biobriket yang dihasilkan. Nilai kalor mempunyai pengaruh terhadap efisiensi pembakaran biobriket atau menjadikan pembakaran

menjadi lebih singkat. Semakin tinggi nilai kalor, maka kualitas biobriket semakin baik sehingga jumlah biobriket yang digunakan untuk pembakaran menjadi lebih sedikit.

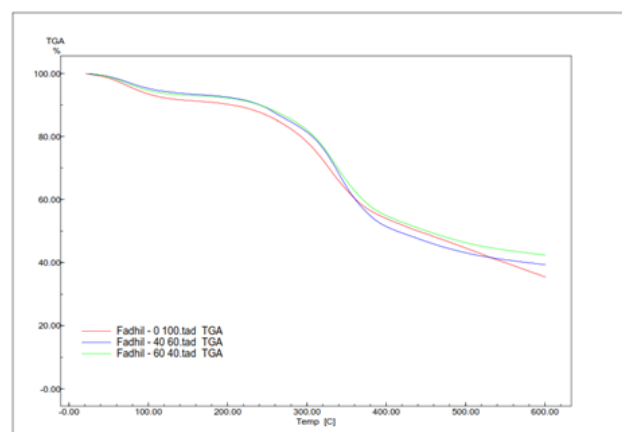


Gambar 4. Grafik pengaruh pengaruh perbandingan variasi ampas kopi arabica dan robusta dengan variasi tekanan densifikasi terhadap nilai kalor.

Berdasarkan Gambar 4 grafik dapat diperoleh hasil penggunaan komposisi ampas kopi Robusta sebagai biobriket lebih baik dibandingkan Arabica sebagai biobriket, bagaimana yang ditunjukkan berdasarkan nilai kalor yang diperoleh dari komposisi arabica 100%(sampel A) sebesar 5674,09 Kal/g, nilai kalor Robusta (sampel B) sebesar 5879,3 Kal/g dan apabila komposisi Arabica : Robusta sama (sampel C) maka nilai kalor yang di peroleh akan jauh lebih rendah dari pada Arabica murni 100% dan Robusta murni 100%. Dari semua variasi tekanan dengan bahan baku ampas kopi arabica dan robusta biobriket yang dibuat memiliki nilai kalor rata-rata ≥ 5000 . Ini membuktikan bahwa biobriket yang dibuat dapat memenuhi standar SNI 01-6235-2000.

E. Uji Thermal Gravimetry Analysis (TGA)

Gambar 5 merupakan plot dari penurunan massa sampel pada sumbu y dan peningkatan temperatur pada sumbu x.



Gambar 5. Grafik pengaruh pengaruh perbandingan variasi ampas kopi arabica dan robusta dengan variasi tekanan densifikasi terhadap uji TGA.

Grafik menunjukkan bahwa semua sampel material mengalami single decomposition karena on set dan end set hanya terjadi sekali. On set merupakan suhu dimana sampel mulai terdegradasi secara termal dan end set merupakan suhu dimana sampel bertahan massanya dari reaksi pembakaran. Suhu degradasi Biobriket dengan sampel A, sampel D dan

sampel E pada penelitian ini berkisar pada rentang (300C - 6000C).

Analisis termogravimetri atau Thermal Gravimetry Analysis (TGA) adalah metode analisis termal di mana perubahan dalam sifat fisik dan kimia dari bahan yang diukur sebagai fungsi dari meningkatnya suhu (dengan laju pemanasan konstan), atau sebagai fungsi waktu (dengan suhu konstan atau kehilangan massa konstan). Hasil dari TGA akan berupa grafik penurunan massa sampel terhadap waktu [10].

Berdasarkan Gambar 5 grafik dapat dilihat Sampel (B) mulai terdekomposisi pada suhu 252.25⁰C, pada sampel kurva ini terdapat dua puncak yang di peroleh dari kurva termogravimetri yang dihasilkan dari penelitian. Puncak yang pertama berkisar pada suhu 240-2800C dan puncak yang kedua berkisar antara suhu 360-4000C. Sedangkan pada sampel (D) menunjukkan bahwa biobriket mulai terdekomposisi pada suhu 272.23 0C, dan juga terdapat dua puncak. Puncak yang pertama berkisar pada suhu 260-3000C dan puncak yang kedua berkisar antara suhu 390-4300C, dan pada sampel komposisi (E) menunjukkan bahwa biobriket mulai terdekomposisi pada suhu 277.56 0C. Pada kurva ini juga terdapat dua puncak yang diperoleh dari kurva termogravimetri yang dihasilkan dari penelitian. Puncak yang pertama berkisar pada suhu 260-3000C dan puncak yang kedua berkisar antara suhu 380- 4200C.

Parameter untuk melihat stabilitas termal sampel mana yang terbaik dengan 2 cara, yang pertama dengan melihat weight loss nya, semakin rendah nilai weight loss nya maka semakin baik stabilitas termalnya, sampel (B) mengalami weight loss sebesar 3,210 mg, sampel (D) mengalami weight loss sebesar 2.877 mg dan sampel (E) mengalami weight loss sebesar 3.021 mg, dan parameter kedua dengan melihat selisih onset dan endset yang paling besar selisihnya maka yang paling baik stabilitas termalnya, dari hasil penelitian sampel (B) memiliki selisih suhu onset dan endset sebesar 132,460C ,sampel (D) sebesar 130,270C, dan sampel (E) sebesar 121,750C. Berdasarkan dua parameter tersebut dapat disimpulkan sampel memiliki stabilitas termal yang paling baik pada robusta murni 100% yaitu pada sampel (B).

Tabel 2. Uji analisa TGA

Sampel					
	Puncak		DEKOMPOSISI °C	WEIGHTLOSS (mg)	SELISIH ONSET- ENDESET °C
	Satu (°C)	Dua (°C)			
B	240-280	360-400	252.25	3.21	132.46
D	260-300	390-430	272.23	2.87	130.27
E	260-300	380-420	277.56	3.02	121.75

F. Konversi Nilai Kalor Ke kWh

Untuk mendapatkan energi listrik pada briket bioarang dari ampas kopi yaitu nilai kalor yang didapatkan dari hasil analisis dapat dikonversikan secara matematis, dimana menurut James Prescott Joule pada tahun 1914 bahwa 1 kWh sama dengan 859,9 kilo kalori.

Dari hasil analisis nilai kalor pada ke-5 briket ampas kopi dapat dikonversi menjadi energi listrik (kWh) secara matematis, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{kWh/g} &= \text{Nilai kalor briket} / 859.9 \text{ kkalori} & (5) \\ &= 5674.09 / 859.9 \\ &= 6,598 \text{ kWh/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa per kWh} &= \text{Banyaknya kWh} / \text{kWh per Kg} & (6) \\ &= 1 \text{ kWh} / 6,598 \text{ kWh per kg} \\ &= 0,151 \text{ kg} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan energi listrik dari masingmasing sampel briket ampas kopi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Hasil perhitungan energi listrik

Komposisi sampel Arabica : Robusta	Energi Listrik (kWh)
100 : 0	6,598
0 : 100	6,837
50 : 50	6,389
60 : 40	6,750
40 : 60	6,659

Jadi, 1 kg briket arabica menghasilkan energi listrik 6.598 kWh/kg. Sehingga untuk mendapatkan energi listrik 1 kWh membutuhkan 0,151 kg . Perhitungan yang sama juga dapat dilakukan untuk menghitung energi listrik pada sampel lainnya.

G. Pengujian Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Pengujian laju pembakaran dilakukan secara manual dengan menggunakan tungku briket. Dimana lama nyala api dari tiap campuran briket dinilai mana yang lebih tahan lama untuk nyalanya. Sebelum melakukan pengujian massa setiap sampel ditimbang. Kemudian tiap sampel dibakar sampai menjadi abu, waktu pembakaran tersebut dihitung menggunakan stopwatch dan massa abu ditimbang lagi untuk mengetahui selisih massa yang terbakar dari massa mula-mula. Pengujian laju pembakaran ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar efisiensi bahan bakar briket ini. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan stopwatch dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital. Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah:

$$\text{Massa briket terbakar} = \text{massa briket awal} - \text{massa briket sisa (gram)} \tag{7}$$

$$\text{Laju Pembakaran} = (\text{gr/menit}) \tag{8}$$

Analisis nilai laju pembakaran bertujuan untuk mengetahui kecepatan briket terbakar sampai menjadi abu. Hasil analisis laju pembakaran dengan tekanan yang berbeda diketahui bahwa pada tekanan 275 kg/cm² diperoleh nilai laju pembakaran yang paling tinggi dibandingkan pada tekanan 225 dan 250 kg/cm² untuk setiap variabel Dari perlakuan terhadap briket diketahui bahwa, briket yang ditekan dengan tekanan yang bervariasi akan menghasilkan laju pembakaran yang berbeda. Nilai laju pembakaran yang paling rendah yaitu pada briket dengan tekanan 225 kg/cm² pada rasio 60 : :40

untuk arabica dan robusta sebesar 0.08 (gram/menit) dan nilai laju pembakaran yang paling tinggi yaitu pada briket dengan tekanan 275 kg/cm² sebesar 0.13 (gram/menit) pada rasio 0 : 100 untuk arabica : robusta. Dari hasil penelitian di atas diketahui laju pembakaran yang paling tinggi yaitu pada tekanan 275 kg/cm². Faktor yang mempengaruhi hal ini dikarenakan kandungan kadar air pada briket dengan tekanan 275 kg/cm² lebih rendah dari pada briket dengan tekanan 250 dan 225 kg/cm² sehingga menyebabkan transfer panas kepermukaan briket tersebar secara merata.

IV. KESIMPULAN

Pengaruh komposisi ampas kopi Arabica dan Robusta terhadap kadar air, kadar abu, kadar karbon dan nilai kalor hasil terbaik di peroleh pada komposisi Robusta murni 100% untuk di jadikan sebagai bahan bakar biobriket. Tekanan densifikasi tidak terlalu berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, kadar karbon terikat dan nilai kalor namun hasil data tersebut memenuhi SNI. Biobriket dari hasil uji TGA berbagai komposisi di peroleh hasil terbaik pada robusta murni 100% pada tekanan 225 kg/cm² dengan kadar air 4.45%, kadar abu 2,2%, kadar karbon terikat 91,35% dan nilai kalor sebesar 5879.3 Kal/g.

REFERENSI

- [1] Dwi Khusna, & Susanto, J. (2015). Pemanfaatan Limbah Padat Kopi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dalam Bentuk Briket Berbasis Biomass (Studi Kasus di PT. Santos Jaya Abadi Instan Coffee). *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III 2015, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 247–260.
- [2] Pratama, U. R., Qurthobi, A., Elektro, F. T., Telkom, U., & Kopi, A. (2021). THE EFFECT OF SYNTHESIS TEMPERATURE ON THE HEATING VALUE OF. 8(2), 1861–1868
- [3] Pratiwi, V. D., & Mukhaimin, I. (2021). Pengaruh Suhu dan Jenis Perekat Terhadap Kualitas Biobriket dari Ampas Kopi dengan Metode Torrefaksi. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 4(1), 39. <https://doi.org/10.25273/cheesa.v4i1.7697.39-50> Syamsiro, M. (2016). Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Padat Biomassa Dengan Proses Densifikasi Dan Torrefaksi. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(1), 7–13
- [4] Nanda, R. A., & Fona, Z. 2018. Analisis Mutu Biobriket Arang Cangkang kopi, Cangkang Kemiri dan Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Perekat Kanji A-19 A-20. 2(1), 19–22.
- [5] Maryono, dkk, PEMBUATAN DAN ANALISIS MUTU BRIKET ARANG TEMPURUNG KELAPA DITINJAU DARI KADAR KANJI, *CHEMICA jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*, 2013
- [6] Pambudi, F. K., Nuriana, W., Mesin, T., Teknik, F., & Merdeka, U. (2018). DAN LAJU PEMBAKARAN PADA BIOBRIKET LIMBAH KAYU Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun. 547–554.
- [7] Dewi, R. P., Saputra, T. J., & Purnomo, S. J. (2022). Analisis karakteristik briket arang dengan variasi tekanan kempa pembriketan. *Jurnal Media Mesin*, 23(1), 13–19.
- [8] Muzakir, Nizar, M., & Yulianti, C. S. (2017). Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Menjadi Briket Arang Menggunakan Kanji Sebagai Perekat. *Serambi Engineering*, 11(3), 124–129.
- [9] Rahmadani, Rahmadani, et al. "Pembuatan Briket Arang Daun Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Dengan Perekat Pati Sagu (Metroxylon Sago Rott)." *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, vol. 4, no. 1, Feb. 2017, pp. 1-11.
- [10] Rr. Harminuke Eko Handayani1, RR. Yunita Bayu Ningsih1, Canda Muammall Karakteristik (2017) Pembakaran Biobriket Batubara Campuran Batubara dan Ampas Tebu (Characteristic of Coal Mix Briquette Combustion and Bagasse), *Promine Journal*, Vol. 5 (2), page 30 - 35
- [11] A. Karnik, "Performance of TCP congestion control with rate feedback: TCP/ABR and rate adaptive TCP/IP," M. Eng. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India, Jan. 1999.

- [12] J. Padhye, V. Firoiu, and D. Towsley, "A stochastic model of TCP Reno congestion avoidance and control," Univ. of Massachusetts, Amherst, MA, CMPSCI Tech. Rep. 99-02, 1999.
- [13] *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification*, IEEE Std. 802.11, 1997.