

PENINGKATAN KUALITAS BRIKET AMPAS KOPI MENGGUNAKAN PEREKAT KULIT JERUK MELALUI METODE TOREFAKSI TERBAIK

Qanitah^{1*}, Yurdika Dwi Fatholah Akbar¹, Zeni Ulma¹, Yuli Hananto¹
¹Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Jember 68101 Indonesia

*Email: qanitah@polije.ac.id

Abstract

Energy is generally divided into two, the first is non-renewable energy for example oil, coal, and natural gas while the second is renewable energy such as water power, solar power, wind power, and biomass. Briquettes is one of the developments of biomass as an alternative fuel. The purpose of this study was to make and analyze the characteristics of coffee grounds briquettes using an adhesive from orange peel with torrefaction method. Torrefaction is a low temperature (200-300 °C) carbonization process without oxygen. Briquettes are made by percentage of coffee grounds and orange peel adhesive 70% : 30%, 60% : 40%, and 50% : 50%. Torrefaction process with a temperature of 200 °C within 60 minutes without any air or little air in the furnace with the addition of modified elbows. The results showed that the best composition was found in DK1 with a ratio of 70% coffee grounds with 30% orange peel adhesive, which has density 0.49 gr/cm³, water content 5.11%, volatile matter content 78.33%, bound carbon content 17.31%, 0.62% ash content, and 4656 cal/gr calorific value.

Keywords: Characteristics, Orange peel, Briquettes, Torrefaction.

Abstrak

Energi secara umum dibagi menjadi dua, yang pertama adalah energi tak terbarukan misalnya minyak bumi, batu bara, gas alam, sedangkan yang kedua adalah energi terbarukan seperti energi hidro, matahari, bayu serta biomassa. Briket merupakan salah satu pengembangan bahan bakar biomassa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat dan menganalisis karakteristik briket ampas kopi menggunakan perekat dari kulit jeruk dengan metode torefaksi. Torefaksi adalah proses karbonisasi suhu rendah (200-300 °C) tanpa oksigen. Briket dibuat dengan persentase ampas kopi dan perekat kulit jeruk sebesar 70% : 30%, 60% : 40%, dan 50% : 50%. Proses torefaksi dengan suhu 200 °C dalam waktu 60 menit tanpa adanya udara atau sedikit udara dalam tungku dengan penambahan modifikasi siku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi terbaik terdapat pada DK1 dengan perbandingan 70% ampas kopi dengan 30% perekat kulit jeruk yang memiliki karakteristik kerapatan 0,49 gr/cm³, kadar air 5,11%, kadar zat menguap 78,33%, kadar karbon terikat 17,31%, kadar abu 0,62%, dan nilai kalor 4656 kal/gr.

Kata-kata kunci: Nilai kalor, Ampas kopi, Briket, Torefaksi

1. Pendahuluan

Energi dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yang pertama adalah energi yang tidak dapat diperbaharui seperti batubara, minyak bumi, dan gas bumi. Sedangkan yang kedua adalah energi yang dapat diperbaharui contohnya surya, panas bumi, air, angin, dan bioenergi. Pada tahun 2015, tertuang dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), Indonesia memiliki potensi energi terbarukan panas bumi sebesar 29.544 MW, air 75.091 MW, bioenergi 32.654 MW, surya 207.898 MW, angin 60.647 MW, laut 17.989 MW, mini & mikro hidro 19.385 MW. Namun Energi Baru Terbarukan (EBT) yang telah dimanfaatkan hanya sekitar 2% dari total potensi yang ada. Potensi tersebut menjadi dasar RUEN untuk mengembangkan EBT paling sedikit 23% dari total energi primer pada tahun 2025 dan minimal 31% dari total energi primer pada tahun 2050 [1].

Biomassa merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang dapat dikembangkan di Indonesia. Briket adalah salah satu jenis energi biomassa yang merupakan bahan bakar dengan nilai kalor relatif tinggi.

Pembuatan briket juga bisa menggunakan sisa dari limbah kegiatan rumah tangga, seperti ampas kopi. Ampas kopi berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan briket karena berdasarkan analisis nilai kalornya, briket ampas kopi dengan menggunakan perekat tapioka memiliki nilai kalor sekitar 5600 kal/gr. Berdasarkan penelitian Pamungkas [2] yang membandingkan variasi komposisi bahan baku (ampas kopi) dan perekat (daun bunga sepatu), dengan perbandingan 75% : 25%, 70% : 30%, dan 65% : 35% diperoleh hasil bahwa semua komposisi briket memenuhi standart SNI. Komposisi terbaik adalah perbandingan 75% (30 gr) ampas kopi dengan 25% (10 gr) perekat daun sepatu yang memiliki kadar air 4,7 %, kadar abu 6,9 %, nilai kalor 5561 kal/gr, densitas 0,58 gr/cm³, dan uji tekan 4,322 kg/cm². Oleh sebab itu ampas kopi dipilih sebagai bahan utama dalam penelitian ini dengan pembeda yang berupa perekat dari limbah kulit jeruk.

Pembuatan briket membutuhkan bahan perekat agar bahan baku utamanya dapat merekat dengan baik. Tepung tapioka merupakan bahan perekat yang umum digunakan karena dapat membuat mutu briket sesuai SNI. Namun tepung tapioka masih banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan, sehingga penggunaan tepung tapioka sebagai perekat kurang cocok. Limbah kulit jeruk dapat menggantikan fungsi tapioka karena mengandung pektin yang termasuk dalam kelompok bahan perekat organik. Menurut data BPS (Badan Pusat Statistik), jumlah produksi jeruk di Jawa Timur tahun 2021 mencapai 822.260 ton. Dengan tingginya produksi dan konsumsi buah jeruk, limbah yang dihasilkan pun meningkat salah satunya limbah kulit jeruk. Menurut penelitian yang dilakukan peneliti, kulit jeruk memiliki berat 16% dari total berat buah jeruk. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa limbah kulit jeruk di Jawa Timur tahun 2021 mencapai 131.562 ton. Kulit jeruk merupakan limbah yang berasal dari pengolahan sari/jus buah jeruk yang memiliki kandungan pektin sekitar 25-30% dengan basis kering [3]. Selama ini kulit jeruk belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga dengan membuat perekat alami briket dari kulit jeruk dapat meningkatkan nilai ekonomis kulit jeruk.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik briket ampas kopi dengan perekat kulit jeruk. Hal ini juga berkaitan erat dengan komposisi perbandingan terbaik antara ampas kopi dan kulit jeruk terhadap kualitas mutu briket ampas kopi.

2. Metode

Proses pengarangan biomassa yang digunakan adalah metode torefaksi. Metode tersebut merupakan proses pemanasan biomassa dengan suhu yang terkendali dan terkontrol dikisaran 200 °C sampai dengan 300 °C tanpa adanya O₂, pada tekanan atmosfer, dan laju pemanasan partikel rendah (<50 °C/min). Proses torefaksi menggunakan mesin furnace dengan penambahan *elbow* modifikasi. Penambahan *elbow* modifikasi ini bertujuan untuk menahan udara yang keluar dari furnace, agar pembakaran di dalam furnace tidak sempurna sehingga dihasilkan briket/sampel dengan kadar karbon yang tinggi.

2.1. Pengujian Densitas Briket

Penentuan densitas/massa jenis/kerapatan briket mengikuti metode ASTM D 5142-02 (2004) menggunakan hasil perbandingan antara massa dengan volume briket. Pengujian densitas dilakukan dengan metode Archimedes yaitu dengan menenggelamkan briket ke air di dalam gelas ukur. Berikut ini langkah-langkah pengujian kerapatan briket.

1. Menimbang massa briket.
2. Mengukur volume briket dengan memasukkan briket ke dalam gelas beker yang berisi air, dan di bawah gelas beker diberi wadah sebagai penampung tumpahan air dari gelas beker.
3. Mengukur tumpahan air dengan cara air memasukkan tumpahan air ke dalam gelas ukur.
4. Menghitung densitas briket dengan membandingkan massa briket dengan volume briket.

Densitas briket dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Keterangan :

ρ = densitas (gr/cm³)

m = massa briket (gram)

v = volume air (cm³)

2.2. Pengujian Kadar Air

Pada pengujian kadar air menggunakan metode ASTM D 1762-84 (2007) dengan pengujian kadar air basis basah (*wet bulb*). Alat yang digunakan pada pengujian ini antara lain timbangan digital, cawan, dan oven. Berikut ini langkah- langkah pengujian kadar air.

1. Sampel/briket yang ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat awal.
2. Sampel/briket dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 6 jam lalu timbang dan lakukan oven lagi 1 jam lalu timbang. Lakukan pengulangan hingga massanya konstan.
3. Sampel/briket dikeluarkan dari oven setelah massanya konstan.
4. Sampel/briket didinginkan selama beberapa menit hingga mencapai suhu ruang.

Nilai kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$\text{Kadar air} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

a = massa awal sampel/briket sebelum dikeringkan (gr)

b = massa akhir sampel/briket sesudah dikeringkan (gr)

2.3. Pengujian Kadar Zat Menguap (*Volatile Matter*)

Pengujian *Volatile Matter* atau kadar zat menguap dengan metode (ASTM D5142-02). Berikut langkah- langkah pengujian *volatile matter*.

5. Timbang cawan kosong.
6. Isi cawan kosong dengan sampel briket +1 gram. Sampel briket diambil dari pengujian kadar air.
7. Cawan yang berisi sampel briket dimasukkan ke dalam furnace.
8. Setting furnace dengan suhu 950 °C dalam waktu 7 menit.
9. Setelah selesai, tunggu hingga suhu turun (< 200 °C) dan aman dikeluarkan dari dalam furnace.
10. Diamkan hingga suhu normal, lalu timbang.

Kadar *volatile matter* dapat dihitung menggunakan persamaan 3.

$$V = \frac{B-C}{W} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

V = *volatile matter*/kadar zat menguap (%)

B = berat sampel briket setelah dikeringkan oven (gr)

C = berat sampel briket setelah dipanaskan pada tes zat menguap (gr)

W = berat sampel briket mula-mula pada kadar air (gr)

2.4. Pengujian Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Nilai *fixed carbon* dapat dihitung menggunakan persamaan 4.

$$FC = 100\% - (\text{kadar air} + \text{volatile matter} + \text{kadar abu})\% \quad (4)$$

2.5. Pengujian Kadar Abu (*Ash Contain*)

Pengujian kadar abu menggunakan metode ASTM D 3174-04 (2006). Pengujian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Timbang massa cawan kosong dan masukkan sampel briket.
2. Sampel briket dan cawan ditimbang sebanyak +1 gram.

3. Sampel briket dan cawan sudah selesai ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam furnace, dipanaskan dengan suhu 450-500 °C selama 1 jam, kemudian dipanaskan dengan suhu 700-750 °C selama 2 jam, kemudian dilanjutkan dengan suhu 900-950 °C selama 2 jam.
4. Kemudian cawan dan abu dinginkan sampai dengan kondisi suhu ruangan. Kadar abu briket dapat dihitung menggunakan persamaan 5.

$$Kadar\ abu = \frac{b-a}{c-a} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

a = massa cawan kosong (gr)

b = massa cawan dan abu (gr)

c = massa cawan dan sampel briket (gr)

2.6. Pengujian Nilai Kalor Briket

Pengujian nilai kalor briket menggunakan alat bom kalorimeter dengan metode ASTM D 5865-01. Berikut langkah-langkah pengujian nilai kalor briket.

1. Sampel ampas kopi yang utuh ditimbang maksimal 0,99 gram.
2. Sampel ampas kopi diletakkan ke kaitan yang berada di dalam bom kalorimeter.
3. Benang katun dipelintirkan pada kedua bomb head hingga ujung benang menyentuh sampel.
4. Bomb head yang telah berisikan sampel dimasukkan ke dalam alat kalorimeter, kemudian putar hingga tutup dan terkunci.
5. Kode bomb head dilihat sesuai dengan ID, lalu tekan enter dan masukan berat sampel, kemudian enter kembali.
6. Menekan tombol start, secara otomatis alat akan menganalisis sampel dan menghitungnya.
7. Tunggu selama kurang lebih 15 menit, tanda bunyi 3 kali ledakan proses pembakaran sedang berlangsung.
8. Selanjutnya nilai kalor akan ditampilkan secara otomatis pada layar bom kalorimeter. Hal tersebut menandakan proses telah selesai.

2.7. Perlakuan

Pada penelitian ini briket diberi perlakuan variasi pada komposisi bahan baku dan bahan perekat. Perlakuan ini dilakukan untuk mengetahui komposisi terbaik pada pembuatan briket ampas kopi menggunakan perekat kulit jeruk. Adapun variasi pencampuran bahan baku dengan perekat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Briket Komposisi Ampas Kopi dan Perekat Kulit Jeruk

Komposisi	Ampas Kopi	Kulit Jeruk
1	70%	30%
2	60%	40%
3	50%	50%

Metode pengarangan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode torefaksi dengan temperatur sebesar 200 °C dalam waktu 60 menit tanpa ada udara atau sedikit udara dalam furnace dengan penambahan *elbow* modifikasi.

2.8. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisa data berupa statistik deskriptif, dimana data penelitian yang didapat digambarkan atau dideskripsikan dalam bentuk tabel atau grafik. Hal ini bertujuan agar mempermudah pembaca dalam memahami isi dan bahasan dari penelitian ini. Kemudian, analisa data dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000.

Untuk mempermudah pada saat penelitian, penulis memberikan inisial yang berbeda pada tiap sampel atau komposisi briket yang dibuat. Inisial sampel dan variasi komposisi ampas kopi dan perekat kulit jeruk dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Inisial Sampel dan Variasi Komposisi Briket Ampas Kopi dengan Perekat Kulit Jeruk

Inisial	Keterangan
DK1	Briket Ampas Kopi dan Kulit Jeruk (70% : 30%)
DK2	Briket Ampas Kopi dan Kulit Jeruk (60% : 40%)
DK3	Briket Ampas Kopi dan Kulit Jeruk (50% : 50%)

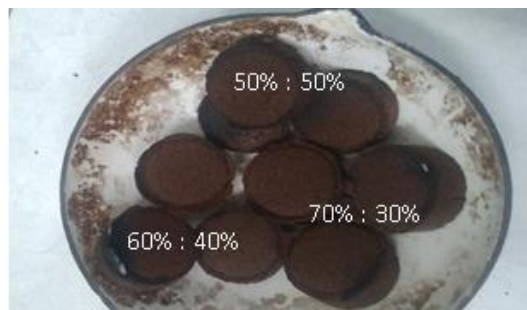
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Torefaksi Briket

Proses torefaksi briket berlangsung selama 60 menit pada temperatur 200 °C. Sebelumnya briket diletakkan pada cawan porselin dan dimasukkan ke dalam furnace seperti pada Gambar 1. untuk dilakukan proses torefaksi.



Gambar 1. Briket Sebelum Torefaksi



Gambar 2. Briket Setelah Torefaksi

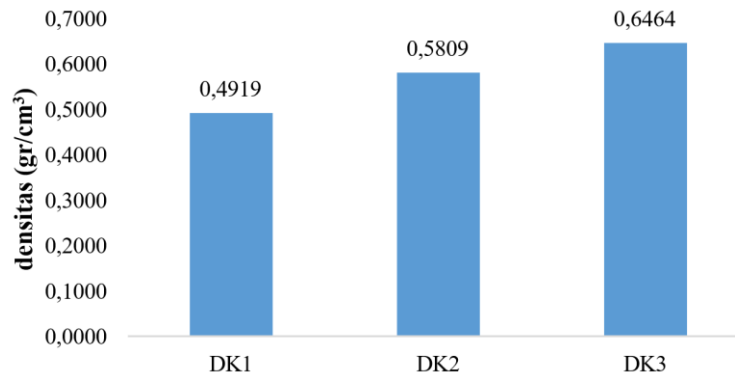
Perubahan secara fisik yang terjadi pada briket setelah torefaksi selama 60 menit pada temperatur 200 °C adalah briket menjadi lebih gelap, berwarna hitam di sebagian permukaan, dan sedikit mengalami pengabuan pada bagian atas briket. Torefaksi bertujuan untuk meningkatkan nilai kalor biomassa agar setara dengan batubara [4]. Keunggulan proses torefaksi adalah temperatur dan tekanan yang digunakan relatif rendah dibanding dengan teknologi lain, serta efisiensi konversi energi cukup tinggi hingga 90% [5].

3.2. Uji Karakteristik Briket

Pengujian karakteristik briket dilakukan untuk mengetahui kualitas briket yang berbahan baku ampas kopi dengan komposisi pencampuran perekat kulit jeruk dengan metode torefaksi. Uji karakteristik briket dan sampel pada penelitian ini meliputi kerapatan (densitas), kadar air (*moisture*), kadar zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), kadar abu (*ash contain*), dan nilai kalor.

3.2.1. Kerapatan (*Densitas*)

Pengujian densitas bertujuan untuk mengetahui kerapatan briket menggunakan perbandingan massa dan volume. Hasil pengujian densitas pada ketiga variasi briket disajikan dalam grafik pada Gambar 3.

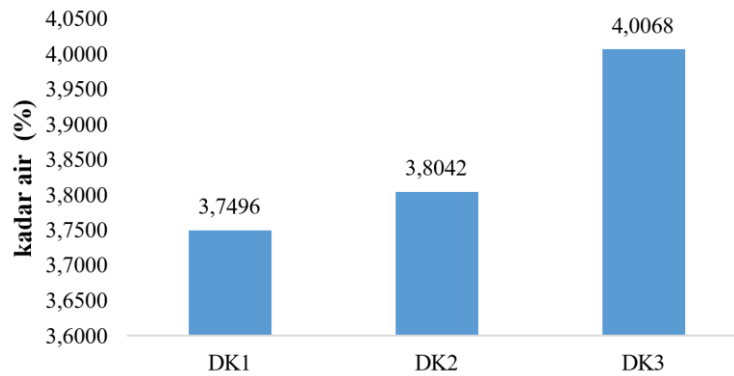


Gambar 3. Grafik Densitas Briket

Dari hasil pengujian densitas didapat nilai terendah pada komposisi DK1 yaitu 70% ampas kopi dengan 30% perekat kulit jeruk mendapatkan nilai densitas 0,4919 gr/cm³, sedangkan nilai densitas tertinggi terdapat pada komposisi DK3 yaitu 50% ampas kopi dengan 50% perekat kulit jeruk mendapatkan nilai densitas 0,6464 gr/cm³. Komposisi DK2 yaitu 60% ampas kopi dengan 40% perekat kulit jeruk mendapat nilai densitas 0,5809 gr/cm³. Nilai kerapatan berbanding lurus dengan penambahan perekat, semakin banyak perekat yang ditambahkan pada pembuatan briket maka nilai kerapatan briket akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Susanto & Yanto [6] yang menyatakan bahwa semakin banyak konsentrasi perekat yang diberikan pada pembuatan briket, maka nilai kerapatannya akan semakin tinggi. Hal ini karena perekat mampu merekatkan partikel-partikel serbuk dan juga perekat memiliki daya rekat yang baik. Tinggi rendahnya nilai kerapatan briket juga dipengaruhi oleh tingkat kehalusan bahan. Menurut Masturin (2002) dalam Putri & Andasuryani [7] menyatakan bahwa ukuran partikel yang lebih halus dapat memperbesar area ikatan antar serbuk, sehingga dapat meningkatkan kepadatan briket. Nilai kerapatan berpengaruh terhadap kuat tekan dan laju pembakaran. Menurut Iskandinata et al. [8] menyatakan bahwa nilai kerapatan yang tinggi menyebabkan briket lebih kuat terhadap tekanan tetapi cenderung sulit terbakar karena rongga udara pada briket semakin sedikit karena ikatan antar serbuk rapat. Sedangkan briket dengan kerapatan rendah lebih mudah terbakar karena memiliki celah udara lebih besar sehingga dapat dilalui oksigen dalam proses pembakaran. Briket dengan kerapatan yang rendah akan lebih cepat habis karena terlalu banyak rongga udara [9].

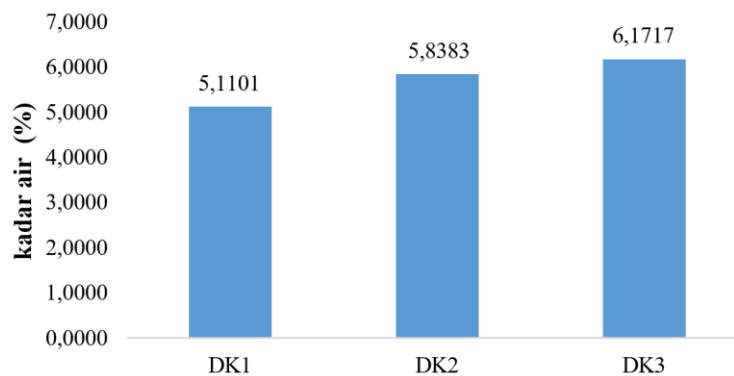
3.2.2. Kadar Air (*Moisture*)

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air pada tiap komposisi briket atau sampel briket. Kadar air dapat mempengaruhi nilai kalor dan titik nyala pada proses pembakaran briket. Hasil pengujian kadar air pada briket dan sampel briket disajikan dalam grafik pada Gambar 4. dan Gambar 5.



Gambar 4. Grafik Kadar Air Sampel Briket

Hasil pengujian kadar air pada sampel briket terendah didapat komposisi DK1 memiliki kadar air 3,7496%, sedangkan kadar air sampel briket tertinggi didapat komposisi DK3 memiliki kadar air 4,0068%. Kadar air sampel briket DK2 sebesar 3,8042%. Pengujian kadar air pada sampel briket ini merupakan bagian dari langkah-langkah pengujian dan perhitungan pada *volatile matter*.



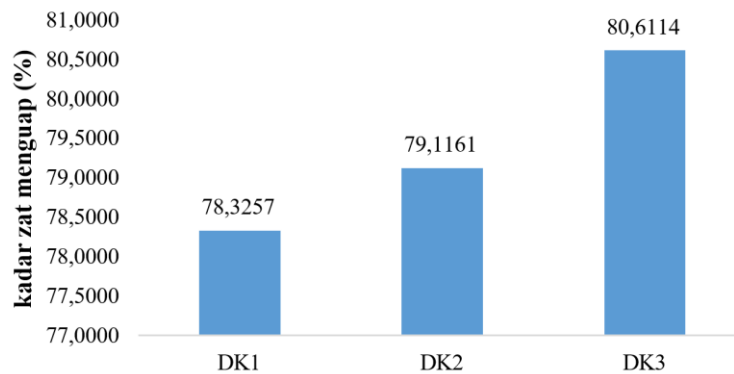
Gambar 5. Grafik Kadar Air Briket

Dari hasil pengujian kadar air pada 3 variasi briket didapat nilai kadar air terendah terdapat pada komposisi DK1 yaitu 70% ampas kopi dengan 30% perekat kulit jeruk sebesar 5,1101%, sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada komposisi DK3 yaitu 50% ampas kopi dengan 50% perekat kulit jeruk sebesar 6,1717%. Kadar air komposisi DK2 yaitu 60% ampas kopi dengan 40% perekat kulit jeruk sebesar 5,8383%. Dari pengujian kadar air ini dapat dinyatakan bahwa kadar air berbanding lurus terhadap penambahan bahan perekat pada pembuatan briket, semakin banyak kadar perekat pada suatu briket maka semakin tinggi juga kadar air briket yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian Susanto & Yanto [6] yang menyatakan bahwa semakin banyak konsentrasi bahan perekat yang ditambahkan pada pembuatan briket, maka kadar air briket akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena air yang terkandung dalam perekat akan masuk dan terikat dalam pori briket Susanto & Yanto [6]. Kadar air dapat mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air maka semakin tinggi nilai kalor dan daya pembakarannya. Sedangkan, semakin tinggi kadar air dapat menyebabkan nilai kalor yang dihasilkan semakin menurun, karena energi yang dihasilkan terserap untuk menguapkan air [10]. Selain itu, menurut Maryono et al. [11] menyatakan bahwa briket yang mengandung kadar air yang tinggi akan lebih mudah berjamur dan sulit untuk dinyalakan. Kadar air ketiga komposisi briket ampas kopi dengan perekat kulit jeruk dapat dikatakan baik karena sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu $\leq 8\%$.

3.2.3. Kadar Zat Menguap (*Volatile Matter*)

Pengujian *volatile matter* bertujuan mengetahui seberapa banyak kandungan zat menguap di dalam briket. *Volatile Matter* merupakan senyawa yang mudah menguap dalam arang yang biasanya terdiri dari metana,

senyawa hidrokarbon, hidrogen, dan gas yang tidak mudah terbakar seperti karbondioksida dan nitrogen [6]. Hasil pengujian *volatile matter* briket disajikan dalam grafik pada Gambar 6.

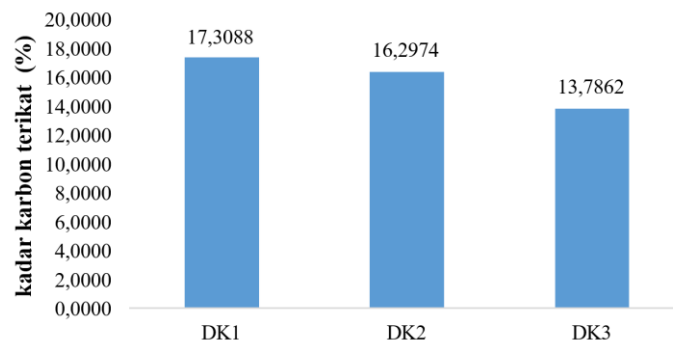


Gambar 6. Grafik Volatile Matter Briket

Dari hasil pengujian *volatile matter* pada briket, kadar zat menguap terendah didapat komposisi DK1 yaitu 70% ampas kopi dengan 30% perekat kulit jeruk sebesar 78,3257%, sedangkan kadar zat menguap tertinggi didapat komposisi DK3 yaitu 50% ampas kopi dengan 50% perekat kulit jeruk sebesar 80,6114%. Kadar zat menguap yang didapat komposisi DK2 yaitu 60% ampas kopi dengan 40% perekat kulit jeruk sebesar 79,1161%. Dari pengujian ini dapat dinyatakan semakin banyak bahan perekat pada pembuatan briket maka semakin tinggi juga *volatile matter* atau kadar zat menguap yang terkandung dalam briket. Hal ini sesuai dengan penelitian Susanto & Yanto [6] menyatakan bahwa kadar perekat yang semakin tinggi akan menyebabkan kadar zat menguap briket semakin bertambah. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan zat-zat menguap yang terdapat pada perekat yang digunakan ikut menguap. Kandungan zat menguap tersebut akan menyebabkan banyak asap ketika dilakukan pembakaran pada briket. ketika briket dibakar, perekat yang digunakan ikut menguap sehingga kadar zat menguap briket yang dihasilkan menjadi besar. Kadar zat menguap yang tinggi akan memudahkan penyalaan briket tetapi akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat pembakaran briket [11]. Tinggi rendahnya *volatile matter* pada briket disebabkan oleh kesempurnaan proses pengarangan dan juga dipengaruhi oleh waktu maupun suhu proses pengarangan. Semakin besar suhu dan waktu pengarangan maka semakin banyak zat menguap yang terbang, sehingga pada saat pengujian *volatile matter* hasilnya rendah [6]. Kadar zat menguap dari ketiga briket tersebut dapat dikatakan tidak baik karena tidak sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) $\leq 15\%$.

3.2.4. Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Pengujian kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak kandungan karbon di dalam briket. Kadar karbon terikat di dalam briket dipengaruhi oleh nilai kadar abu, kadar zat menguap, dan kadar air. Hasil pengujian kadar karbon terikat disajikan dalam grafik pada Gambar 7.

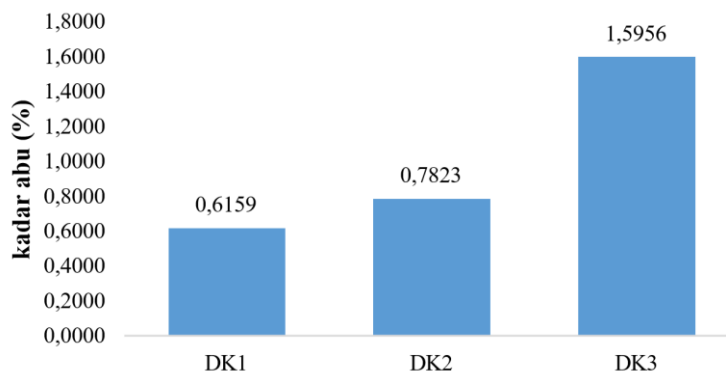


Gambar 7. Grafik Kadar Karbon Terikat Briket

Hasil pengujian kadar karbon terikat dari ketiga briket didapatkan nilai kadar karbon terikat terendah pada komposisi DK3 yaitu 50% ampas kopi dengan 50% perekat kulit jeruk kadar sebesar 13,7862%, sedangkan nilai kadar karbon terikat tertinggi didapat pada komposisi DK1 yaitu 70% ampas kopi dengan 30% perekat kulit jeruk sebesar 17,3088%. Kadar karbon terikat pada komposisi DK2 yaitu 60% ampas kopi dengan 40% perekat kulit jeruk sebesar 16,2974%. Dari pengujian ini dapat dinyatakan semakin banyak bahan perekat pada pembuatan briket maka kadar karbon terikat yang dihasilkan suatu briket akan menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian Susanto & Yanto [6] yang menyatakan bahwa semakin banyak konsentrasi perekat yang ditambahkan pada pembuatan briket, maka nilai kandungan karbon terikat akan semakin menurun. Nilai karbon terikat dipengaruhi oleh nilai kadar air, kadar abu, dan kadar zat menguap. Briket yang dihasilkan diharapkan memiliki kadar karbon terikat yang tinggi. Semakin besar nilai kadar karbon terikat maka semakin tinggi nilai kalornya. Kadar karbon terikat yang tinggi akan menghasilkan briket berkualitas baik (Putri dan Andasuryani, 2017). Kadar karbon terikat dari ketiga briket tersebut dapat dikatakan tidak baik karena tidak sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) $\geq 77\%$.

3.2.5. Kadar Abu (Ash Contain)

Pengujian kadar abu bertujuan untuk mengetahui banyak abu yang tersisa setelah briket dibakar dan tidak memiliki unsur karbon lagi. Hasil pengujian kadar abu disajikan dalam grafik pada Gambar 8.

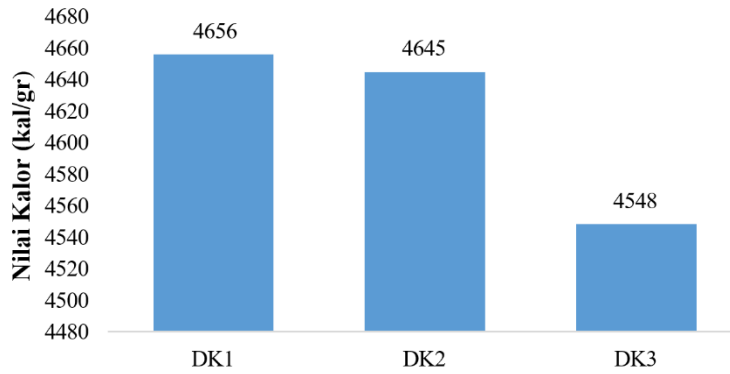


Gambar 8. Grafik Kadar Abu Briket

Dari hasil pengujian kadar abu briket, kadar abu terendah didapat pada komposisi DK1 yaitu 70% ampas kopi dengan 30% perekat kulit jeruk sebesar 0,6159%, sedangkan kadar abu tertinggi didapat pada komposisi DK3 yaitu 50% ampas kopi dengan 50% perekat kulit jeruk sebesar 1,5956%. Kadar abu pada komposisi DK2 yaitu 60% ampas kopi dengan 40% perekat kulit jeruk sebesar 0,7823%. Dari pengujian ini dapat dinyatakan bahwa semakin banyak bahan perekat dalam briket maka semakin tinggi juga kadar abu yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian Susanto & Yanto [6] yang menyatakan bahwa semakin banyak konsentrasi perekat yang ditambahkan pada pembuatan briket, maka nilai kadar abu akan semakin naik. Hal ini karena adanya penambahan kadar abu dari bahan perekat yang ditambahkan. Kadar abu briket berpengaruh terhadap nilai kalor dan kadar karbon. Semakin sedikit kadar abu maka semakin tinggi nilai kalor dan kadar karbon terikat dalam briket [7]. Kadar abu yang terkandung dalam ketiga briket tersebut dapat dikatakan baik karena sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu $\leq 8\%$.

3.2.6. Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor bertujuan untuk mengetahui berapa jumlah energi panas (kalori) yang dikeluarkan tiap satuan massa (gram) briket dalam proses pembakaran. Nilai kalor merupakan salah satu parameter utama dalam penentuan kualitas briket. Hasil pengujian nilai kalor disajikan dalam grafik pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Nilai Kalor Briket

Dari hasil pengujian nilai kalor briket terendah didapat pada komposisi DK3 yaitu 50% ampas kopi dengan 50% perekat kulit jeruk sebesar 4548 kal/gr, sedangkan nilai kalor briket tertinggi didapat pada komposisi DK1 yaitu 70% ampas kopi dengan 30% perekat kulit jeruk sebesar 4656 kal/gr. Nilai kalor pada komposisi DK2 yaitu 60% ampas kopi dengan 40% perekat kulit jeruk sebesar 4645 kal/gr. Dari pengujian ini dapat dinyatakan bahwa semakin banyak bahan perekat dalam pembuatan briket maka nilai kalor yang dihasilkan briket akan menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian Susanto & Yanto [6] yang menyatakan bahwa semakin banyak konsentrasi perekat yang ditambahkan pada pembuatan briket, maka nilai kalor akan semakin menurun. Hal ini terjadi karena penambahan perekat yang banyak menyebabkan semakin banyak juga kadar air yang ikut ditambahkan. Menurut Putri & Andasuryani [7] nilai kalor pada suatu briket dipengaruhi oleh nilai kadar air, kadar abu, dan kadar karbonnya. Semakin tinggi kandungan karbon maka semakin tinggi pula nilai kalor briket yang dihasilkan, dan sebaliknya semakin rendah kandungan karbon maka semakin rendah pula nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan dalam proses pembakaran membutuhkan karbon yang bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan panas. Nilai kalor yang terkandung dalam ketiga briket tersebut dapat dikatakan tidak baik karena tidak sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu ≥ 5000 kal/gr.

3.3. Analisis Data

Data yang dibandingkan pada penelitian ini meliputi pengujian kerapatan (densitas), kadar air (*moisture*), kadar zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), kadar abu (*ash contain*), dan nilai kalor disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi model pengujian dan kondisi pengujian.

Parameter	Kerapatan (gr/cm ³)	Kadar Air (%)	Kadar Menguap (%)	Air Terikat (%)	Kadar Karbon (%)	Kadar Abu (%)	Nilai Kalor (kal/gr)
SNI 01-6235-2000	-	≤ 8	< 15	> 77		< 8	> 5000
DK1	0,4919	5,11	78,3257	17,3088		0,6159	4656
DK2	0,5809	5,838	79,1161	16,2974		0,7823	4645
DK3	0,6464	6,172	80,6114	13,7862		1,5956	4548

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa parameter briket bahan ampas kopi dengan perekat kulit jeruk yaitu DK1, DK2, dan DK3 yang sesuai dengan SNI hanya pada pengujian kerapatan, kadar air, dan kadar abu. Sedangkan pada pengujian kadar zat menguap, kadar karbon terikat, dan nilai kalor tidak memenuhi SNI. Pengujian ini menunjukkan bahwa briket ampas kopi dengan perekat kulit jeruk menggunakan metode torefaksi belum menghasilkan briket dengan kualitas yang baik (SNI). Hal ini dikarenakan nilai kalor yang dihasilkan tidak sampai 5000 kal/gr. Nilai kalor briket dipengaruhi oleh nilai *fixed carbon*, dan nilai *fixed carbon* dipengaruhi oleh nilai kadar air, kadar abu, dan kadar zat menguap. Kadar air dan kadar abu pada penelitian ini sudah memenuhi SNI ($\leq 8\%$) akan tetapi nilai kadar zat menguap sangat tinggi. Tingginya kadar zat menguap disebabkan oleh proses pengurangan yang belum sempurna, artinya briket belum benar-

benar menjadi arang sempurna yang memiliki kandungan karbon yang besar [12]. Menurut Purnawarman et al. [13] dengan pengarangan yang sempurna, briket akan memiliki mutu baik. Salah satu ciri-ciri briket dengan mutu baik adalah berwarna hitam. Sedangkan pada penelitian ini briket yang dihasilkan masih berwarna coklat. Hal ini menandakan bahwa briket yang dihasilkan tidak mengalami pengarangan sempurna. Menurut Susanto & Yanto [6], semakin besar suhu dan waktu pengarangan yang lama, maka semakin banyak kandungan zat menguap yang hilang, sehingga pada saat pengujian zat menguap nilainya rendah [14], [15]. Tetapi peneliti telah melakukan penelitian terdahulu dengan menggunakan suhu 300°C dalam waktu 180 menit didapat briket berwarna hitam tetapi sangat rapuh dan banyak kandungan abu dan bara di dalam briket. Peneliti mencoba dengan suhu 300°C dalam waktu 90 menit, didapat briket berwarna coklat gelap, rapuh dan ada kandungan abu di dalam briket. Peneliti mencoba lagi menggunakan suhu 200°C dalam waktu 60 menit, didapat briket berwarna coklat gelap, tidak rapuh, dan terdapat sedikit abu di permukaan luar briket. Jadi permasalahan ini terdapat pada bahan baku pembuatan briket yaitu ampas kopi. Ampas kopi berbentuk serbuk, ringan, berpartikel halus, dan memiliki kadar zat menguap yang tinggi yaitu 74% sehingga mudah untuk terbakar [16], [17]. Ampas kopi juga sebelumnya telah melewati proses penyangraian sehingga ketika dibriketkan dan ditorefaksi dengan suhu tinggi dan waktu yang lama, briket menjadi bara bahkan menjadi abu.

4. Kesimpulan

Penelitian dan pengujian yang diperoleh dari pembuatan briket berbahan baku ampas kopi menggunakan bahan perekat kulit jeruk dengan metode torefaksi dapat disimpulkan sebagai berikut. Karakteristik briket ampas kopi menggunakan perekat kulit jeruk dengan metode torefaksi diperoleh, DK1 perbandingan 70% ampas kopi dengan 30% perekat kulit jeruk didapat hasil kerapatan 0,4919 gr/cm³, kadar air 5,1101%, kadar zat menguap 78,3257%, kadar karbon terikat 17,3088%, kadar abu 0,6159%, dan nilai kalor 4656 kal/gr. DK2 perbandingan 60% ampas kopi dengan 40% perekat kulit jeruk didapat hasil kerapatan 0,5809 gr/cm³, kadar air 5,8383%, kadar zat menguap 79,1161%, kadar karbon terikat 16,2974%, kadar abu 0,7823%, dan nilai kalor 4645 kal/gr. DK3 perbandingan 50% ampas kopi dengan 50% perekat kulit jeruk didapat hasil kerapatan 0,6464 gr/cm³, kadar air 6,1717%, kadar zat menguap 80,6114%, kadar karbon terikat 13,7862%, kadar abu 1,5956%, dan nilai kalor 4548 kal/gr. Komposisi terbaik terdapat pada DK1 dengan perbandingan 70% ampas kopi dengan 30% perekat kulit jeruk yaitu kerapatan 0,4919 gr/cm³, kadar air 5,1101%, kadar zat menguap 78,3257%, kadar karbon terikat 17,3088%, kadar abu 0,6159%, dan nilai kalor 4656 kal/gr. Temuan dari hasil penelitian ini adalah menemukan komposisi perbandingan terbaik antara ampas kopi dan kulit jeruk terhadap kualitas mutu briket ampas kopi.

Referensi

- [1] Perpres, *Rencana Umum Energi Nasional*. Jakarta: Peraturan Presiden Republik Indonesia, 2017.
- [2] M. I. G. T. Pamungkas, "Briket Ampas Kopi dengan Perekat Alami Daun Bunga Sepatu (*Hibiscus Rosa-Sinensis* L.)," Politeknik Negeri Jember, 2021.
- [3] W. Putri, A. Nasution, M. Tiffani, and A. Wardana, "Optimasi Konsentrasi Pelarut Dan Waktu Ekstraksi Pektin Kulit Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*) Dengan Metode Maserasi," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 22, no. 1, pp. 47–56, 2021, doi: 10.21776/ub.jtp.2021.022.01.5.
- [4] M. Syamsiro, "Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Padat Biomassa Dengan Proses Densifikasi Dan Torrefaksi," *J. Mek. dan Sist. Termal*, vol. 1, no. 1, pp. 7–13, 2016.
- [5] D. Triyadi, "Simulasi Proses Torefaksi Sampah Sistem Kontinu Menggunakan Software Aspen Plus," Universitas Lampung, 2017.
- [6] A. Susanto and T. Yanto, "Pembuatan Briket Bioarang Dari Cangkang Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit," *J. Teknol. Has. Pertan.*, vol. 6, no. 2, Aug. 2013, doi: 10.20961/jthp.v0i0.13516.
- [7] R. E. Putri and Andasuryani, "Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa," *J. Teknol. Pertan. Andalas*, vol. 21, no. 2, p. 143, Sep. 2017, doi: 10.25077/jtpa.21.2.143-151.2017.
- [8] I. Iskandinata, Meliza, F. A. S. Sibarani, and I. Matsch, "Pengaruh Perbandingan Massa Eceng Gondok dan Tempurung Kelapa serta Kadar Perekat Tapioka terhadap Karakteristik Briket," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 5, no. 1, pp. 20–26, Mar. 2016, doi: 10.32734/jtk.v5i1.1520.
- [9] D. Fatmawati and P. H. Adiwibowo, "Pembuatan Biobriket Dari Campuran Enceng Gondok Dan

- Tempurung Kelapa Dengan Perakat Tetes Tebu,” *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 02, pp. 315–322, 2014.
- [10] D. Sumangat and W. Broto, “Kajian Teknis dan Ekonomis Pengolahan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Tungku,” *Bul. Teknol. Pascapanen Pertan.*, vol. 5, pp. 18–26, 2009.
- [11] Maryono, Sudding, and Rahmawati, “Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji,” *J. Chem.*, vol. 14, no. 1, pp. 74–83, 2013.
- [12] D. Saputra, A. L. Siregar, and I. B. Rahardja, “Karakteristik Briket Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Metode Pirolisis Dengan Perakat Tepung Tapioka,” *J. Asimetrik J. Ilm. Rekayasa Inov.*, vol. 3, pp. 143–156, 2021, doi: 10.35814/asiimetrik.v3i2.1973.
- [13] P. Purnawarman, N. Nurchayati, and Y. A. Padang, “Pengaruh Komposisi Briket Biomassa Kulit Kacang Tanah Dan Arang Tongkol Jagung Terhadap Karakteristik Briket,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, Jul. 2015, doi: 10.29303/d.v5i2.38.
- [14] A. Kahariyadi, D. Setyawati, Nurhaida, F. Diba, and E. Roslinda, “Kualitas Arang Briket Berdasarkan Persentase Arang Batang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) dan Arang Kayu Laban (*Vitex Pubescens* Vahl),” *J. Hutan Lestari*, vol. 3, no. 4, pp. 561–568, 2015.
- [15] D. Sukowati, T. A. Yuwono, and A. D. Nurhayati, “Analisis Perbandingan Kualitas Briket Arang Bonggol Jagung dengan Arang Daun Jati,” *PENDIPA J. Sci. Educ.*, vol. 3, no. 3, pp. 142–145, 2019, doi: 10.33369/pendipa.3.3.142-145.
- [16] M. R. Huseini, E. I. Marjuki, D. Iryawan, and T. Y. Hendrawati, “Pengaruh Variasi Temperatur Pengolahan Hidrothermal Ampas Kopi terhadap Yield Energi untuk Bahan Baku Pembuatan Biobriket,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, pp. 4–7, 2018.
- [17] P. Adams, T. Bridgwater, A. Lea-Langton, A. Ross, and I. Watson, “Biomass Conversion Technologies,” in *Greenhouse Gases Balances of Bioenergy Systems*, Elsevier, 2018, pp. 107–139. doi: 10.1016/B978-0-08-101036-5.00008-2.