

COMPARISON OF VARIATIONS OF ROBUSTA AND ARABIKA COFFEE GROUNDS BY COMPOSITION (60%: 40%, 50%: 50%, 40%: 60%) TO DETERMINE THE HARDNESS AND CALORIFIC VALUE OF BRICKETS

Francisko Aprilliano¹, Nereus Tugur Redatono², Bernardus Crisanto Putra Mbulu³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin-Fakultas Teknik-Universitas Widya Karya Malang-Jawa Timur

Email: 201831004@widyakarya.ac.id, tugur@widyakarya.ac.id, chris_bernardo666@widyakarya.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima:
10 Februari 2025

Naskah Disetujui:
29 Februari 2025

Naskah Diterbitkan:
30 Juni 2025

ABSTRACT

Along with the times, the availability of fossil energy is decreasing, especially natural gas and coal, before using fossil energy, humans have used biomass as an energy source. Indonesia has many plantation commodities, one of which is coffee which is the fourth largest coffee producer in the world. Coffee grounds are the main waste produced by coffee shops and are usually only thrown away. The main ingredients in this study were arabica coffee grounds and robusta. By using robusta composition 60% arabica 40%, robusta 50% arabica 50% robusta 40% arabica 60%. In addition, briquettes are tested for hardness by making points on the surface of the briquettes using a durometer shore A tool of 30 points, then a calorimeter bomb test is carried out to obtain the calorific value content. The result obtained from the highest hardness value is briquettes with a robusta mixture of 50% arabica 50% with a value of 23.7 HA, while the highest calorific value is found in a robusta mixture of 60% arabica 40% with a value of 4526.85 cal / gram.

Keywords: *Calorific Value, Coffee Grounds, Hardness, Oven Heating And Sun, Violence.*

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman membuat ketersediaan energi fosil semakin berkurang khususnya gas bumi dan batu bara. Sebelum menggunakan energi fosil manusia sudah menggunakan biomassa sebagai sumber energi. Namun sejak manusia beralih kepada gas bumi atau batu bara sebagai penghasil tenaga. Penggunaan biomassa tergeser dari kehidupan manusia. Biomassa merupakan sumber energi terbarukan dan berkelanjutan memiliki potensi yang sangat besar 146,7 juta ton per tahun [1]

Sumber daya energi terbarukan, seperti briket dari biomassa atau limbah organik, dapat jadi solusi untuk sumber daya energi. Limbah kopi merupakan limbah yang dihasilkan oleh proses produksi, limbah biomassa ini berpotensi digunakan unruk sebagai bahan baku pembuatan briket karena memiliki nilai kalor yang cukup tinggi [2].

Indonesia memiliki banyak komoditas perkebunan salah satunya kopi yang merupakan produsen kopi keempat terbesar di dunia. Strata industri kopi dalam negeri sangat beragam, dimulai dari unit berskala produksi rumahan hingga berskala internasional. Produk kopi yang

dihasilkan tidak hanya untuk memenuhi konsumsi dalam negeri, namun juga untuk mengisi pasar luar negeri [3].

Ampas kopi merupakan limbah utama yang dihasilkan dari kedai kopi dan setelah itu hanya dibuang [4]. Limbah dari ampas kopi mengandung beberapa zat kimia beracun seperti alkaloid, tannin dan polipenoik yang menyebabkan lingkungan lebih sulit mendegradassi material organik secara biologis [5].

Bahan utama dalam penelitian ini adalah ampas kopi arabika dan robusta. Ampas kopi robusta dan arabika dilakukan pengeringan dengan dua metode pengeringan, yaitu pengeringan menggunakan pembakaran oven dan panas matahari. Pengeringan oven dilakukan selama satu jam dengan suhu 250°C sedangkan untuk metode pengeringan matahari dilakukan dengan penjemuran ampas kopi sekama tuju hari dengan temperatur 46°C. Penelitian ini bertujuan untuk mengelolah limbah ampas kopi robusta dan arabika menjadi bahan yang lebih bermanfaat seperti briket.

1. Kopi

Tanaman kopi robusta dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah sampai ketinggian sekitar 1.000 meter di atas permukaan laut [6]. Tanaman kopi arabika dapat tumbuh di dataran yang lebih tinggi dengan ketinggian sekitar 1.700 meter di atas permukaan laut, daerah yang cocok untuk budidaya kopi arabika umumnya dengan suhu sekitar 10-160°C. Asal negara dari tanaman kopi arabika adalah Abessinia, tanaman ini tumbuh pada dataran tinggi. Tanaman pohon kopi arabika ini merupakan tanaman yang di budidayakan oleh masyarakat. Buah kopi ini memiliki bentuk bulat bergaris tengah kira-kira 1-1,5 cm. Sebagai bahan pangan yang termasuk bahan penyegar, tanaman kopi termasuk kedalam famili Rubiaceae terdiri atas jenis kopi arabika, kopi robusta dan kopi liberika.

2. Briket

Briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang mempunyai bentuk tertentu. (Budiman, 2011) Pembriketan bertujuan untuk memperoleh suatu bahan bakar yang berkualitas yang dapat digunakan untuk semua sektor sebagai sumber energi. Kandungan air pada pembriketan antara 10-20% berat. Ukuran dan berat briket bervariasi dari 20-100 gram [7]. Beberapa tipe atau bentuk briket yang umum dikenal, antara lain: Bulat, kotak dan lain-lain. Secara umum beberapa spesifikasi briket yang dibutuhkan oleh konsumen adalah daya tahan briket seperti lama bakar dari briket, ukuran dan bentuk yang sesuai untuk penggunaannya, terutama untuk sektor rumah tangga, bebas gas-gas berbahaya, sifat pembakaran yang sesuai dengan kebutuhan (mudah dibakar, efisiensi energi, pembakaran yang stabil).

3. Mencetak dan Mengeringkan Briket

Proses pencetakan briket sangatlah penting dalam pembuatan briket. Proses pencetakan dapat dilakukan dengan beberapa macam tergantung pada bentuk yang akan dicetak, pengaruh terbesar terletak pada kepadatan dan struktur briket. Struktur briket atau bentuk dari briket dalam proses pencetakan berpengaruh terhadap pembakaran [8].

Menurut [9] berdasarkan caranya, dikenal 2 metode pengeringan yaitu penjemuran dengan sinar matahari dan pengeringan dengan oven. Proses pengeringan dengan matahari pastinya membutuhkan waktu yang cukup lama tergantung cuaca, untuk pengeringan oven dapat mempercepat proses pengeringan. Pengeringan bertujuan mengurangi kadar air serta

mengeraskannya hingga aman dari gangguan jamur dan bantuan fisik.

4. Sifat dan Uji Kualitas Briket

Bomb kalorimeter menurut Chang [10] adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang dibebaskan pada pembakaran sempurna dalam oksigen berlebih suatu materi atau sampel tertentu.

Perhitungan LHV dan HHV

Nilai kalor atas (HHV) dapat dihitung dengan menggunakan bomb calorimeter menurut rumus:

$$HHV=(T_2-T_1-T_{kp}) \cdot C_v \text{ (Kj/Kg)} \dots\dots\dots (1)$$

Sedangkan nilai kalor bawah (LHV) dihitung dengan persamaan rumus [11]:

Dimana:

$$LHV = HHV - 3240 \text{ (Kj/kg)}$$

$$T_1 = \text{Suhu air pendingin sebelum dinyalakan (}^\circ\text{C)}$$

$$T_2 = \text{Suhu air pendingin sesudah dinyalakan (}^\circ\text{C)}$$

$$T_{kp} = \text{Kenaikan suhu kawat menyala} = 0,05 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$C_v = \text{Nilai Kalor Jenis (kj/kg}^\circ\text{C)}$$

Untuk menemukan nilai Cv maka memerlukan persamaan rumus sebagai berikut:

$$C_v = \frac{HHV}{\Delta T} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

$$C_v = \text{Nilai Kalor Jenis (Cal/gram}^\circ\text{C)}$$

$$HHV = \text{Nilai kalor atas (Cal/gram)}$$

$$\Delta T = \text{Suhu (}^\circ\text{C)}$$

Durometer adalah alat uji kekerasan yang digunakan untuk menguji kekerasan suatu benda, durometer digital diketahui lebih akurat dalam penentuannya daripada durometer analog, karena hasil pengukurannya dapat terbaca dalam bilangan Vickers, namun tidak dapat digunakan pada kekerasan 0-3 shore A [12].

Kekerasan suatu benda dapat diketahui dengan menggunakan alat pengujian kekerasan (Hardness tester) dapat digunakan dengan tiga metode yang umum dilakukan yaitu metode Brinell, Rockwell, dan vickers[13].

Berdasarkan pada peraturan pemerintah Nomor 102 Tahun 2000 tentang Standarisasi Nasional, Standar merupakan spesifikasi yang dibuat berdasarkan kesepakatan.

Tabel 1. Standar Mutu Briket Berdasarkan (SNI)

Parameter	Satuan	SNI
Nilai Kalor	Cal/gram	Min 5000
Kadar Abu	%	Max 8
Kadar Air	%	Max 8
Kadar Zat	%	Max 15
Kadar Karbon	%	Min 77

5. Tepung Tapioka

Tepung tapioka adalah tepung yang diperoleh dari singkong. Tapioka memiliki bentuk dan karakter yang sama dengan sagu, sehingga keduanya dapat digunakan sebagai perekat. Tepung ini sering digunakan untuk membuat makanan, bahan perekat, dan banyak makanan tradisional yang menggunakan tapioka sebagai bahan bakunya. Tapioka adalah nama yang diberikan untuk produk olahan dari singkong. Analisis terhadap akar ubi kayu yang khas mengidentifikasi kadar air 70%, pati 24%, serat 2%, protein 1% serta komponen lain (mineral, lemak, gula) 3%. Tahapan proses yang digunakan untuk menghasilkan pati tapioka adalah proses pengambilan singkong, proses pencucian, pengupasan singkong, pamarutan, ekstraksi, penyaringan halus, separasi, pembasahan, dan proses pengeringan.

6. Pengertian Kalor

Kalor didefinisikan sebagai energi panas yang dimiliki oleh suatu zat. Secara umum untuk mendeteksi adanya kalor yang dimiliki oleh suatu benda yaitu dengan mengukur benda tersebut menggunakan suatu alat. Jika suhu dari suatu benda tinggi maka nilai kalor yang terkandung didalamnya juga akan tinggi dan sebaliknya jika suhu pada benda tersebut rendah maka nilai kalor yang terkandung pada benda tersebut juga rendah. Dari hasil percobaan yang dilakukan besar kecilnya kalor suatu benda atau zat bergantung pada tiga faktor yaitu jenis zat, massa zat dan perubahan suhu [14].

7. Suhu

Suhu adalah ukuran yang menyatakan panas dinginnya suatu benda, benda yang berkaitan dengan suhu adalah benda padat, cair atau gas. Menurut Kreith [15], Suhu adalah ukuran derajat panas atau dingin suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu suatu benda adalah termometer. Suhu menunjukkan panas suatu benda semakin panas suatu benda maka suhu dari benda tersebut semakin meningkat dan sebaliknya semakin dingin suatu benda maka semakin rendah juga suhu dari benda tersebut.

8. Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah proses berpindahnya suatu energi atau perpindahan suhu dari yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah sebagai dasar penelitian ini, maka perpindahan panas atau kalor merupakan proses berpindahnya energi panas akibat perbedaan temperatur dari suatu kondisi ke kondisi lain yang temperaturnya lebih rendah. Nilai kalor adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan

bakar melalui reaksi pembakaran sempurna dari persatuan volume atau massa dari bahan bakar tersebut. Analisa nilai kalor dari suatu bahan bakar dimaksudkan untuk memperoleh data tentang energi kalor yang dapat dibebaskan oleh suatu bahan bakar dengan terjadinya suatu proses pembakaran [16].

Kalor jenis adalah karakteristik thermal suatu benda yang bergantung pada jenis benda yang didinginkan atau dipanaskan. Kalor jenis dinyatakan sebagai banyaknya kalor yang dibutuhkan oleh zat sebesar 1 kg untuk mengalami perubahan suhu sebesar 10°C. Kalor ialah suatu jenis energi yang dapat menyebabkan perubahan suhu pada suatu benda. Secara alami kalor berpindah dari benda yang memiliki suhu tinggi ke benda yang memiliki suhu rendah, yang mengakibatkan terjadinya pencampuran suhu pada kedua benda tersebut. Banyaknya kalor yang diterima oleh benda bersuhu dingin adalah sama dengan banyaknya kalor yang dilepas oleh benda bersuhu panas. Sehingga, jika dua buah benda berdekatan satu sama lainnya, maka akan terjadi perpindahan kalor dari benda yang panas ke benda yang dingin sampai mencapai suatu kesetimbangan thermal atau mencapai suhu setimbang [17].

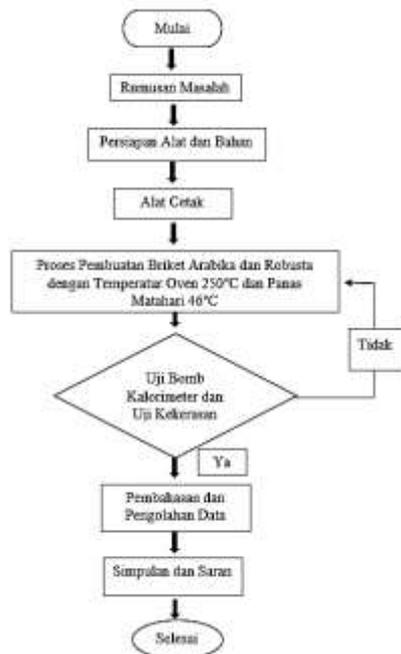
BAHAN DAN METODE

Ampas kopi arabika dan robusta jika dilakukan dengan metode pengeringan oven bertemperatur 250°C selama 1 Jam maka akan membuat kadar air yang terkandung didalamnya menjadi sedikit sedangkan pengeringan ampas kopi robusta dan arabika dengan panas matahari bertemperatur 46°C selama 7 hari maka kandungan air yang terkandung lebih banyak.

Nilai kalor pada briket juga dipengaruhi oleh kadar air dan campuran briket. Nilai kalor tertinggi dipengaruhi oleh kandungan air pada briket yang lebih sedikit sedangkan nilai kalor terendah dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung masih banyak dan membuat briket susah terbakar. Selain dari kadar air yang meningkatkan nilai kalor adalah dari bahan itu sendiri dimana ampas kopi arabika mampu menaikkan nilai kalor dengan temperatur tinggi sedangkan ampas kopi robusta mampu mempertahankan lama laju pembakaran.

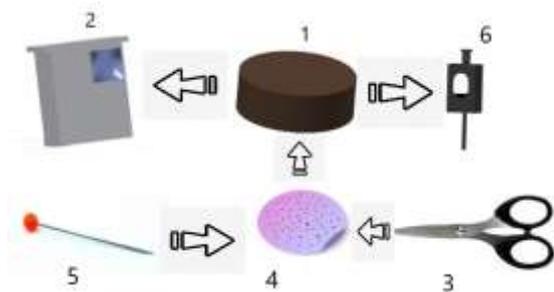
METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Skema Penelitian

Skema Penelitian



Gambar 2. Skema Penelitian

Keterangan:

1. Briket
2. Bomb Kalorimeter merek Athena
3. Gunting
4. Kertas
5. Jarum
6. Alat uji kekerasan durometer shore A

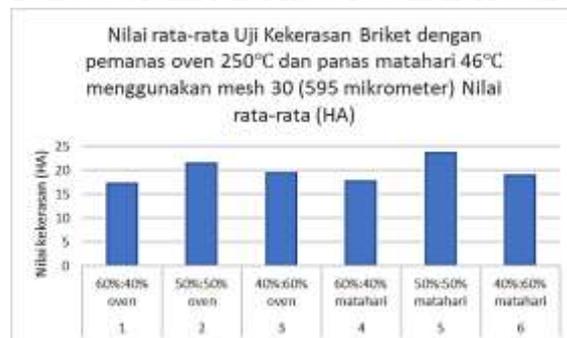
Spesimen bahan uji briket (1) selanjutnya dilakukan uji bomb kalorimeter (2) untuk mendapatkan perbedaan temperatur dan nilai kalor. Pada sisi lain spesimen bahan briket baru diuji kekerasannya menggunakan durometer shore A. Sebelum melakukan uji kekerasan kita mengambil gunting (3) untuk memotong kertas (4) dengan berdiameter 55,95 mm dan tebal 30 mm. Pada diameter tersebut membuat pola 30 titik dan dibuat distribusi/lingkaran sama. Kertas yang tergambar diberi lubang menggunakan jarum (5) lebih besar dari indentor shore A agar

tidak mengganggu lubang proses penekanan. Selanjutnya indentor shore A ditekan dan mendapatkan nilai uji kekerasan sampai pada titik 30. Pada perlakuan yang sama dilakukan pada spesimen/perlakuan yang lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

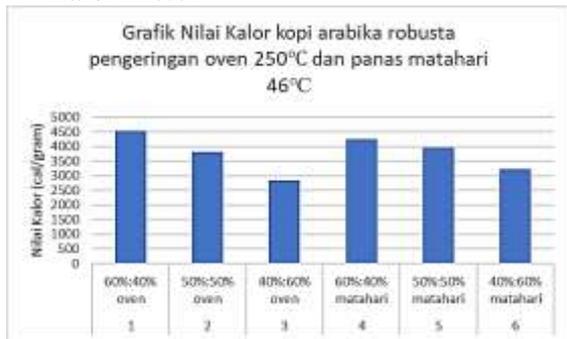
1. Data Grafik Nilai Rata-rata Kekerrasan



Gambar 3. Grafik Nilai Rata-Rata Kekerasan Briket

Berdasarkan Gambar 3. di atas, terdapat nilai terendah pada perbandingan 60%:40% (oven) dengan nilai rata-rata 17,28 dan nilai tertinggi terdapat pada perbandingan 50%:50% (matahari) dengan nilai rata-rata 23,7. Data ini membuktikan bahwa komposisi 50%:50% (matahari) lebih keras, hasil tersebut disebabkan oleh penyebaran dari lem itu sendiri terlihat bahwa campuran 50%:50% lebih keras hal ini bisa terjadi di sebabkan lem yang tertempel di permukaan briket menguap saat dipanaskan di dalam oven selama dua jam tetapi lem yang berada di bagian dalam briket terjebak, sehingga lem yang tersisa lebih sedikit di bagian permukaan briket dan menyebabkan briket semakin keras pada saat dilakukan pengujian kekerasan, sedangkan nilai terendah pada briket dengan campuran 40%:60% oven hal ini disebabkan pada saat pencampuran perekat dan dilakukan pengeringan menggunakan oven selama dua jam membuat briket bereaksi dan membuat lem pada briket naik dan terjebak diatas permukaan briket, sehingga pada saat melakukan uji kekerasan membuat briket menjadi lembek dan berongga.

2. Data Grafik Hasil Uji Nilai Kalor Bomb Kalorimeter

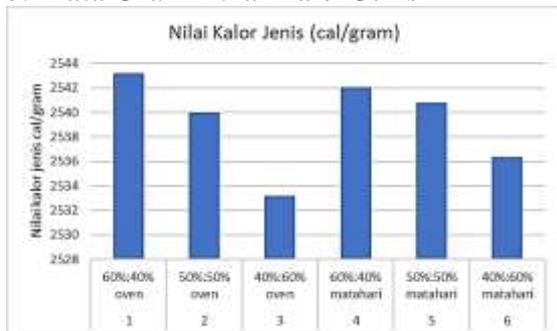


Gambar 4. Grafik Nilai Kalor

Pada Gambar 4. naik turunnya nilai kalor pada briket ampas kopi dipengaruhi oleh metode pembakaran awal. Pemanasan oven membuat kandungan airnya semakin rendah hal ini disebabkan oleh proses pembakaran awal yang dilakukan di oven dengan temperature 250°C, pemanasan ini lah yang menyebabkan kandungan air yang terdapat pada briket banyak yang hilang menguap. Selain dari penyebab pembakaran awal hal lain yang berpengaruh adalah dari ampas kopi robusta yang mempengaruhi nilai kalor dari briket tersebut, berdasarkan grafik di atas terlihat bahwa campuran kopi robusta yang lebih banyak dapat mempengaruhi grafik yang membuat nilai kalornya semakin tinggi.

Dari hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa briket dengan nilai terbaik terdapat pada briket dengan campuran antara arabika dan robusta oven dengan perbandingan (60%:40%) yang memiliki nilai kalor lebih tinggi yaitu 4526,85 cal/gram. nilai tersebut didapat dari hasil pengujian menggunakan alat bomb kalorimeter dengan menggunakan sampel massa dari ke enam briket tersebut sama yaitu 1 gram.

3. Data Grafik Nilai Kalor Jenis



Gambar 5. Grafik Nilai Kalor Jenis

Dari gambar 5. di atas menunjukkan bahwa nilai kalor jenis tertinggi berada pada briket oven

dengan campuran ampas kopi robusta dan arabika (60%:40%) oven dengan nilai 2543,17 (cal/gram). Hal ini dipengaruhi oleh nilai kalor yang meningkat sehingga nilai kalor jenis juga meningkat hal ini juga dipengaruhi oleh ampas kopi itu sendiri, dimana ampas kopi robusta mampu menaikkan nilai kalor jenis sedangkan ampas kopi arabika menurunkan nilai kalor terlihat pada grafik di atas dimana campuran robusta dan arabika perbandingan (40%:60%) memiliki nilai kalor jenis terendah, hal ini dipengaruhi oleh ampas kopi arabika tidak mempengaruhi kenaikan nilai kalor jenis.

4. Briket Terbaik

Briket terbaik adalah briket yang lebih unggul dari beberapa variasi yang telah dibuat: Briket terbaik dari beberapa briket yang telah dibuat adalah briket dengan campuran ampas kopi robusta dan arabika dengan campuran robusta 60% dan arabika 40% dengan pemanasan oven. Disebut terbaik karena briket tersebut memiliki keunggulan dalam tingkatan nilai kalor, tingginya nilai kalor yang terkandung pada briket pastinya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor dari bahan itu sendiri dimana ampas kopi robusta mampu memiliki ketahanan waktu dalam pembakaran sedangkan arabika mampu membuat nilai kalor yang tinggi tetapi tidak mampu bertahan dalam waktu yang lama. Dengan adanya paduan komposisi dalam briket ini maka nilai kalor yang dihasilkan bisa tinggi dan dibantu oleh ampas kopi robusta yang dapat mempertahankan suhu dan waktu pembakaran yang terjadi. Faktor yang mempengaruhi briket lainnya adalah perekat dan tekanan, perekat mampu membuat briket menjadi keras dan semua itu tergantung tekanan yang diberikan, semakin tekanan ditingkatkan maka semakin baik briket dalam kekerasan dan dalam proses pembakaran itu sendiri.

5. Perbandingan Mutu Briket

Perbandingan mutu briket adalah untuk mengetahui apakah briket terbaik yang telah dibuat mampu memenuhi standar yang telah ditetapkan SNI (Standar Nasional Indonesia) akan dijelaskan sebagai berikut:

Dari data yang didapat dari perbandingan antara mutu briket terbaik dengan mutu briket SNI (Standar Nasional Indonesia). Briket terbaik yang telah dibuat tidak dapat memenuhi standar mutu briket dimana nilai kalor yang dihasilkan hanya mencapai 4526,85 sedangkan nilai standar

dari SNI adalah 5000. Selain dari mutu kalor jenis, nilai mutu kadar air yang terkandung pada briket terbaik melebihi nilai standar dimana nilai kadar air yang terkandung 45,94% sedangkan standar yang di tentukan kandungan kadar air briket tidak boleh melebihi 8%. Untuk kadar abu yang dihasilkan mampu memenuhi Standar Nasional Indonesia dimana kadar abu yang didapat 1,62% untuk standarnya maksimal adalah 8% untuk melihat hasil data yang di dapat silahkan melihat pada lampiran.

Solusi untuk menambah kualitas briket tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara agar kandungan briket dapat memenuhi Standar Nasional Indonesia. Untuk menambah kandungan nilai kalor dapat dilakukan dengan mengubah variasi dari 60%:40% menjadi 70%:30% selain dari pembuatan variasi campuran kita perlu mengubah tekanan agar briket semakin padat hal ini dapat berpengaruh karena semakin padat campuran yang di tekan maka akan membuat briket semakin tahan lama dalam proses pembakarannya dan tentunya nilai kalor dari campuran tersebut dapat meningkat. Selain itu proses pengeringan untuk mengurangi kandungan air maka kita perlu meningkatkan suhu pemanasan oven agar kandungan airnya semakin berkurang untuk peneliti selanjutnya bisa meningkatkan suhu dari awal yang kita gunakan adalah 250°C selama 1 jam maka peneliti selanjutnya dapat meningkatkan suhu mencapai 300°C selama 1 jam. Tekanan yang telah kami lakukan pada briket adalah sebesar 4kg untuk selanjutnya mkin bisa menaikkan tekanan menjadi 5 kg.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan rumusan masalah, analisis dan pembahasan yang dilakukan maka penulis dapat menarik simpulan sebagai berikut:

1. Nilai kekerasan tertinggi dari briket robusta dan arabika dengan metode pengeringan oven dan matahari terdapat pada briket robusta arabika dengan campuran (50%:50%) dengan metode pengeringan matahari dengan nilai sebesar 23,7 HA.
2. Nilai kalor briket yang sesuai Standar Nasional Indonesia adalah briket yang mengandung nilai kalor minimal 5000 (cal/gram) sedangkan pada penelitian pembuatan briket yang telah dilakukan,

hanya mengandung nilai kalor sebesar 4526,85 (cal/gram) sehingga briket yang telah dibuat tidak dapat mencapai Standar Nasional Indonesia.

Saran

Pada penelitian ini penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan sehingga penulis menyarankan agar peneliti selanjutnya untuk memanaskan ampas kopi matahari diganti dengan metode pemanasan oven. Kandungan air yang terdapat pada kopi dapat berkurang lebih banyak sehingga proses pembakaran briket dapat lebih baik. Kandungan air dapat meningkatkan nilai kalor, selain itu penulis menyarankan agar penelitian selanjutnya menggunakan ampas kopi robusta dan arabika dengan komposisi robusta 70%: arabika 30%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Parinduri and T. Parinduri, "Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan," *J. Electr. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 88–92, 2020, [Online]. Available: <https://www.dosenpendidikan>.
- [2] V. D. PRATIWI, "Effect of Burning Temperature on The Quality of Alternatife Bio-energy from Coffee Waste," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 3, p. 615, 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i3.615.
- [3] P. Rahardjo, *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*, 1st ed. Penebar Swadaya Grup, 2012. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=DMJNCgAAQBAJ>
- [4] A. A. Aprilia, C. Jaisan, and N. Punbusayakul, "Antimicrobial and Antioxidant Activities of Microwave-Assisted Extracts From Coffee Ground Residue," *Proc. 1 st Jt. ACS AGFD-ACS ICST Symp. Agric. Food Chem.*, no. 1, pp. 292–298, 2014.
- [5] N.L.U Sumadew, D.H.D Puspaningrum, and N.N Adisanjaya, "Pkm Pemanfaatan Limbah Kopi Di Desa Catur Kabupaten Bangli," *J. Pendidik. dan Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 130–132, 2020.
- [6] Sariadi, "Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology) Jurusan Teknik Kimia

- Politeknik Negeri Lhokseumawe,” *J. Reaksi (Journal Sci. Technol.*, vol. 7, no. 14, pp. 16–25, 2009, [Online]. Available: <https://adoc.pub/pemanfaatan-kulit-kopi-menjadi-biobriket.html>
- [7] R. S. Andi Sahputra, Asil Barus, “PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* .L) TERHADAP PEMBERIAN KOMPOS KULIT KOPI DAN PUPUK ORGANIK CAIR,” *J. Online Agroekoteknologi*, vol. 2, no. 1, pp. 26–35, 2013, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/96451-ID-pertumbuhan-dan-produksi-bawang-merah-al.pdf>
- [8] Y. Li and H. Liu, “High-pressure densification of wood residues to form an upgraded fuel,” *Biomass and Bioenergy*, vol. 19, no. 3, pp. 177–186, 2000, doi: [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(00\)00026-X](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(00)00026-X).
- [9] I. R. Padya, *Pemanfaatan limbah biomassa untuk menghasilkan briket sebagai Energi Alternatif*. Fak. Pertanian, 2015.
- [10] R. Chang, *Kimia Dasar Jilid 1 : Konsep-konsep Inti*. Jakarta : Erlangga, 2003.
- [11] E. S. Widarti and R. Hartono, “Studi Eksperimental Karakteristik Briket Organik dengan Bahan Baku dari PPLH Seloliman,” *J. Tek. Fis. FTI ITS Surabaya*, pp. 1–10, 2004.
- [12] P. Afni Restasari, Wahyuningsih Titik Suryandari, Mad Saleh, Katmar, *KONVERSI NILAI KEKERASAN ANTARA DUROMETERANALOG DAN DIGITAL DALAM RANGKA MENINGKATKAN KUALITASBINDER PROPELAN*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2016.
- [13] W. D. C. Jr., *Fundamentals of Materials Science and Engineering*, Fifth Edit. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- [14] M. Muhsin, “Application of Talking Stick Learning Model to Improve Students’ Positive Attitude and Learning Achievement in the Subject of Heat,” *J. Pendidik. Fis.*, vol. 7, no. 1, pp. 32–48, 2019, doi: 10.26618/jpf.v7i1.1685.
- [15] F. Kreith, *Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas*. Jakarta: Erlangga, 1991.
- [16] M. A. Almu, S. Syahrul, and Y. A. Padang, “ANALISA NILAI KALOR DAN LAJU PEMBAKARAN PADA BRIKET CAMPURAN BIJI NYAMPLUNG (*Calophyllum Inophyllum*) DAN ABU SEKAM PADI,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 117–122, 2014, doi: 10.29303/d.v4i2.61.
- [17] S. Zelviani, P. Mayangsari, and N. Fuadi, “Penentuan Nilai Kalor Jenis Tanaman Herbal Jahe Dan Temulawak Sebagai Obat Penurun Demam Dengan Menggunakan Metode Cobra3,” *J. Farm. UIN Alauddin Makassar*, vol. 8, no. 2, pp. 39–45, 2021.