

Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi Dan Kulit Singkong Menjadi Biobriket Sebagai Sumber Energi Alternatif

Yuliza Nuryanti¹, Ahmad Tawfiequrrahman Yuliansyah², Joko Wintoko³

Departemen teknik kimia, fakultas teknik, universitas gadjah mada
Jl. Grafika No.2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281 Telp 0274-6492171
Email: yulizanuryanti@gmail.com

Abstrak

Pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber energi alternatif dapat mendukung ketahanan energi nasional dan pengelolaan limbah pertanian. Limbah kulit kopi dan kulit singkong merupakan biomassa yang melimpah tetapi belum dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan baku briket arang. Penelitian ini bertujuan untuk membuat biobriket dengan campuran kulit kopi dan kulit singkong serta menilai karakteristiknya melalui analisis proksimat dan ultimat. Pembuatan briket dilakukan melalui proses pirolisis pada suhu 500°C selama 2 jam, arang yang dihasilkan kemudian dihaluskan dan disaring menggunakan ayakan 75 mesh. Komposisi campuran arang kulit kopi dan arang kulit singkong yang digunakan (100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, dan 0:100), dengan menggunakan perekat tapioka pada perbandingan 4:2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pirolisis dan variasi komposisi bahan memberikan dampak signifikan terhadap karakteristik briket yang dihasilkan. Briket yang banyak mengandung arang kulit kopi memiliki kandungan karbon tetap tertinggi (54,964%) serta nilai kalor tertinggi (6415,4057 kal/g), sedangkan briket dengan tambahan kulit singkong meningkatkan kadar zat mudah menguap (30,668%) dan kadar air, tetapi menurunkan nilai kalor (5944,6799 kal/g). Secara keseluruhan, briket yang didominasi oleh arang kulit kopi memberikan nilai kalor dan kestabilan pembakaran yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa campuran biomassa kulit kopi dan kulit singkong memiliki potensi untuk menghasilkan biobriket yang efisien dan layak dijadikan sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan.

Kata kunci: briket arang; karakteristik briket arang; kulit kopi; kulit singkong; pirolisis

Pendahuluan

Krisis kekurangan energi fosil yang disertai degradasi lingkungan telah mendorong kesadaran akan pentingnya pengembangan sumber energi alternatif. Dari berbagai bentuk energi terbarukan, biomassa menarik perhatian karena ketersediaannya yang melimpah, biaya yang relatif rendah, sifatnya yang dapat diperbarui, serta emisi yang rendah. Ketergantungan terhadap energi fosil tidak hanya meningkatkan emisi gas rumah kaca tetapi juga mengancam keberlanjutan pasokan energi nasional. Oleh karena itu, Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan sumber energi terbarukan berbasis biomassa, khususnya dari limbah pertanian seperti kulit kopi dan kulit singkong yang melimpah tetapi belum dimanfaatkan secara optimal.

Limbah kulit kopi dihasilkan dalam jumlah besar oleh industri pengolahan kopi di wilayah penghasil seperti Jambi. Berdasarkan informasi dari Direktorat Jenderal Perkebunan (2010), setiap hektar tanaman kopi bisa menghasilkan sekitar 1,8 ton limbah kulit kopi yang segar. Kulit kopi mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin, dengan nilai kalor sekitar 4.000 kal/g (Wählhammar 2014). Kulit kopi memiliki nilai kalor yang tinggi, kadar air yang rendah, serta kandungan sulfur yang cukup rendah, sehingga limbah kulit kopi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket (Budiawan, Susilo, and Hendrawan 2014). Sedangkan, kulit singkong merupakan produk samping dari proses pengolahan ketela pohon yang mencapai 15-20% dari berat umbi dan memiliki kandungan karbon sekitar 59,3% (Maulinda, Nasrul, and Sari 2015). Oleh karena itu kulit singkong merupakan salah satu bahan baku yang baik untuk digunakan dalam pembuatan arang biobriket. Pemanfaatan limbah organik menjadi biobriket merupakan salah satu Solusi yang berpotensi besar. Biobriket adalah bahan bakar padat yang terbuat dari biomassa dengan proses pemadatan, yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Selain mengurangi limbah, biobriket memiliki nilai ekonomis yang dapat mendukung pemberdayaan masyarakat, terutama di daerah pedesaan. Selain bahan biomassa, mutu produk konversi energi biobriket juga dipengaruhi oleh adanya perekat.

Bahan perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan pada permukaannya. Perekat berperan dalam memperkuat ikatan antara partikel arang, sehingga butiran arang dapat terikat dengan kokoh. Pada penelitian ini digunakan perekat dari tapioka. Tapioka adalah pati dari bahan baku singkong, pati terdiri dari amilosa dan amilopektin menjadikannya mampu mengikat karbon-karbon dalam biobriket. Amilosa memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Perekat tapioka memiliki beberapa keunggulan seperti, harganya murah, mudah pemakaiannya, memiliki daya rekat kering tinggi dan menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran biobriket. Kekurangannya adalah menghasilkan biobriket

yang kurang tahan terhadap kelembaban, karena sifatnya dapat menyerap air dari udara atau higroskopis (Rudiyanto et al. 2023)

Pencampuran kedua jenis limbah biomassa ini memiliki potensi untuk menghasilkan biobriket dengan karakteristik termal yang baik. Penambahan perekat dari tapioka dapat memperkuat dan meningkatkan stabilitas struktur Briket. Penelitian yang dilakukan oleh (Tesfaye, Workie, and Kumar 2022) menunjukkan bahwa campuran biomassa yang berbeda dapat menghasilkan nilai kalor yang tinggi serta efisiensi pembakaran yang optimal. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah kulit kopi dan kulit singkong menjadi biobriket arang melalui proses pirolisis untuk mendapatkan briket arang yang memenuhi persyaratan SNI briket arang.

Pirolisis pada bahan padat yang mengandung karbon berlangsung dalam beberapa tahapan yaitu pelepasan air, penguraian komponen volatil, dan pembentukan residu padat berupa char. Proses termal ini terjadi secara bertahap seiring dengan bertambahnya suhu dan menghasilkan char dengan struktur karbon yang lebih stabil. Proses ini sangat penting dalam pembuatan briket, karena karakteristik char terutama kandungan nilai kalor dan kestabilan termal yang dapat mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan (Almardhiyah 2025).

Bahan dan Metode Penelitian

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit kopi, limbah kulit singkong, tepung tapioka, dan air. Peralatan yang digunakan adalah reaktor pirolisis, ayakan (*shieve shaker*) ukuran 75 mesh, neraca analitik, penjepit besi, spatula, batang pengaduk, sendok aluminium, toples, alat-alat gelas, hot plate, alat pencetak briket, hidrolik press, oven, *stopwatch*, dan bom kalorimeter

Cara Penelitian

Limbah kulit kopi dan kulit singkong diambil dari perkebunan setempat di Jambi dan digunakan sebagai bahan utama, dengan perekat dari tapioka berfungsi sebagai bahan pengikat. Kedua bahan tersebut dikeringkan hingga kadar airnya berkurang, kemudian masing-masing bahan baku dipirolisis pada suhu 500°C dan ditahan selama dua jam. Hasil arang dari proses pirolisis tersebut kemudian dihaluskan dan disaring menggunakan ayakan berukuran 75 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam. Selanjutnya, arang dari kulit kopi dan kulit singkong dicampurkan dengan perekat tapioka dengan perbandingan antara arang dan perekat adalah 4:2 dalam enam variasi perbandingan kulit kopi dan kulit singkong (100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, dan 0:100). Campuran adonan kemudian dicetak menjadi briket arang berbentuk silinder dengan menggunakan hydraulic press pada tekanan 1 ton selama 15 menit. Kemudian briket dikeringkan pada suhu 105°C selama 2 jam. Briket yang telah dikeringkan kemudian dilakukan analisis proksimat dan ultimat untuk mengetahui karakteristik dan sifat briket.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Analisis Arang Kulit Kopi Dan Kulit Singkong

Analisis proksimat dan ultimat pada arang kulit kopi dan kulit singkong dapat dilihat pada tabel 1. Secara keseluruhan, kedua jenis arang tersebut memiliki karakteristik yang sesuai sebagai bahan baku pembuatan briket. Arang kulit kopi memiliki kandungan air dan zat mudah menguap lebih rendah, serta fixed karbon yang lebih tinggi dibandingkan dengan arang kulit singkong. Kondisi ini mendukung terjadinya proses pembakaran yang lebih stabil. Selain itu, nilai kalor dari arang kulit kopi juga lebih tinggi (6698,16 kal/g), menunjukkan potensi energi yang lebih besar selama proses pembakaran.

Penambahan arang kulit singkong pada pembuatan briket memberikan beberapa manfaat pada kualitas briket. Arang kulit singkong memiliki kandungan karbon yang lebih tinggi, kadar abu yang rendah, serta arang kulit singkong juga memiliki nilai kalor yang cukup tinggi yaitu 6129,71 kal/g yang dapat meningkatkan kualitas pembakaran dan mengurangi residu yang ditinggalkan.

Tabel 1. Analisis Proksimat Dan Ultimat Arang Kulit Kopi Dan Arang Kulit Singkong

	Analisis Proksimat (%)				Analisis Ultimat (%)					Nilai Kalor (kal/gr)
	Kadar Air	Volatile Matter	Kadar Abu	Fixed Carbon	C	H	N	O	S	
Char/ Arang Kulit Kopi	4,94	13,35	13,25	68,47	65,33	2,98	1,83	29,86	0,00	6698,16
Char/Arang Kulit Singkong	6,25	15,94	11,31	66,55	68,73	2,98	2,07	26,22	0,00	6129,71

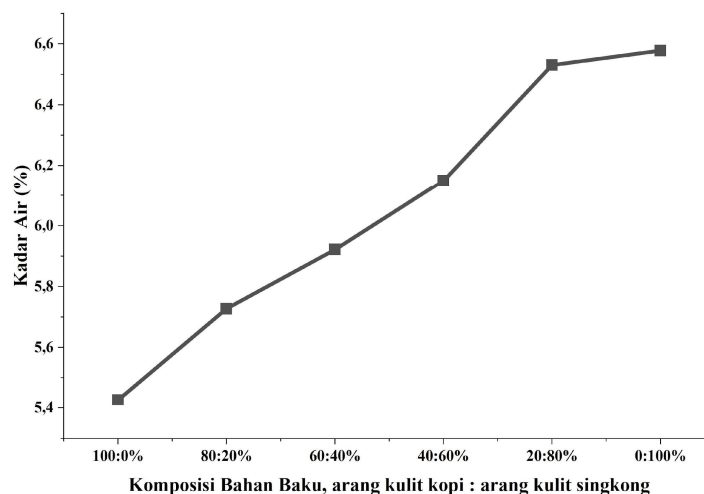
Hasil Analisis Biobriket Arang Kulit Kopi Dan Kulit Singkong

Biobriket arang kulit kopi dan kulit singkong dibuat dalam enam variasi komposisi campuran dalam kondisi proses yang sama, kemudian dilakukan analisis proksimat dan ultimat. Pengaruh komposisi bahan baku terhadap karakteristik dan sifat biobriket arang kulit kopi dan kulit singkong dapat dilihat pada pembahasan berikut.

Analisis Proksimat

Kadar Air (*Moisture Content*)

Kadar air yang terkandung dalam biobriket arang mempunyai pengaruh besar terhadap nilai kalor dan pada saat pembakaran. Kadar air akan mempengaruhi mudah tidaknya biobriket tersebut untuk dibakar, sehingga nilai kalor yang dihasilkan juga akan semakin rendah. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data pada gambar 1.



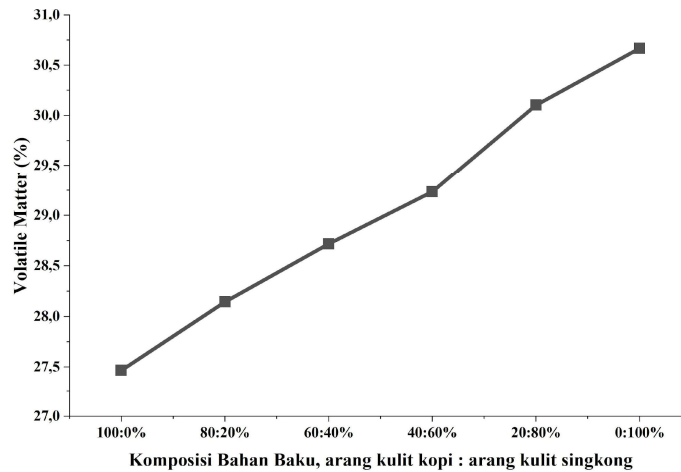
Gambar 1. Grafik hubungan komposisi bahan baku terhadap kadar air biobriket

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar air biobriket diperoleh sekitar 5,4268% sampai 6,5779%. Kadar air biobriket dengan komposisi variasi (100:0%) memiliki kadar air sebesar 5,4268%, jika komposisi campuran bahan baku diubah menjadi (80:20%) maka akan terjadi peningkatan kadar air biobriket menjadi 5,7273%, pada komposisi (60:40%) kadar air meningkat menjadi 5,9212%, pada komposisi 40:60% kadar air meningkat menjadi 6,1494%, pada komposisi (20:80%) kadar air meningkat menjadi 6,5304%, dan pada komposisi (0:100%) kadar air meningkat menjadi 6,5779%. Peningkatan kadar air dipengaruhi oleh campuran bahan baku dan perbedaan karakteristik dari kulit kopi dan kulit singkong. Sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa kulit singkong memiliki kemampuan mengikat air lebih besar dibandingkan dengan kulit kopi. Kadar air yang tinggi dapat menurunkan efisiensi pembakaran karena sebagian dari energi digunakan untuk menguapkan air sebelum pembakaran dilakukan. Dengan demikian kadar air biobriket arang kulit kopi dan kulit singkong untuk semua komposisi campuran memenuhi SNI 01-6235-2000 maksimal 8%.

Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*)

Kadar zat mudah menguap adalah zat yang dapat menguap sebagai hasil pemecahan senyawa-senyawa lain yang ada didalam arang, kecuali air. Menurut SNI 01-6235-2000, kadar zat mudah menguap dalam biobriket arang adalah maksimal 15%. Kandungan zat mudah menguap memiliki peran penting dalam karakteristik bahan bakar padat terkait

kemampuan untuk menyala dan terbakar. Dampak komposisi bahan baku terhadap kadar zat mudah menguap pada briket dapat dilihat pada Gambar 2.



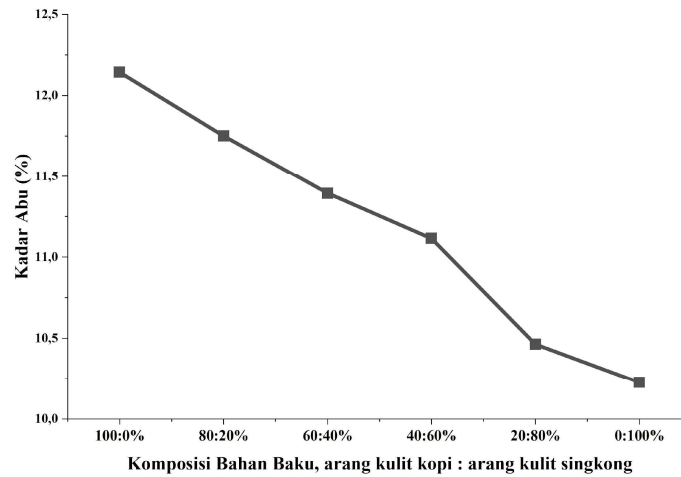
Gambar 2. Grafik hubungan komposisi bahan baku terhadap kadar zat mudah menguap briket

Gambar 4 menunjukkan bahwa briket dengan komposisi arang kulit singkong (0:100% memiliki kadar zat mudah menguap tertinggi dan briket dengan komposisi (100:0%) memiliki kadar zat mudah menguap terendah. Perubahan komposisi campuran briket arang menjadi 80:20% berpengaruh pada peningkatan kadar zat mudah menguap sebesar 28,1436%, pada komposisi 60:40% meningkat menjadi 28,7183%, komposisi 40:60% meningkat menjadi 29,2339%, pada komposisi 20:80% meningkat menjadi 30,1031%, dan pada komposisi 0:100% meningkat menjadi 30,6678%. Dengan demikian dapat dijelaskan bahwa dengan adanya penambahan komposisi arang kulit kopi dapat menurunkan kadar zat mudah menguap pada briket. Semakin banyak arang kulit kopi maka semakin turun kadar zat mudah menguapnya. Hal ini, sejalan dengan pernyataan Hendra (2007) dalam penelitian Syarifhidayatullah *et al* (2019), yang menyatakan bahwa kadar zat mudah menguap dalam briket arang dipengaruhi oleh jenis bahan baku, sehingga variasi dalam jenis bahan baku memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar zat mudah menguap dalam briket arang. Meskipun jumlah zat mudah menguap berkurang seiring dengan meningkatnya komposisi arang kulit kopi, penelitian ini menunjukkan bahwa kadar zat mudah menguap untuk semua komposisi campuran tidak sesuai dengan SNI maksimal 15%.

Kadar Abu (*Ash Content*)

Kadar abu merupakan persentase dari zat-zat yang tersisa dari proses pembakaran dan sudah tidak memiliki unsur karbon. Semakin tinggi kadar abu dalam suatu briket maka kualitas briket akan semakin rendah, karena kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor dari briket, begitu juga sebaliknya, semakin rendah kadar abu, semakin tinggi nilai kalor dan karbon terikat dalam briket (Lu *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data pada gambar 3.

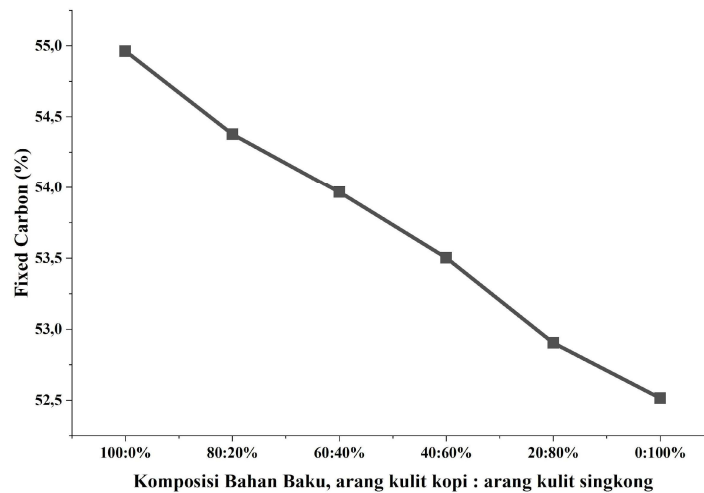
Gambar 3 menunjukkan bahwa briket arang yang terbuat dari kulit kopi (100-0%) memiliki kandungan abu paling tinggi dibandingkan dengan briket arang yang terbuat dari kulit singkong (0:100%). Perubahan komposisi campuran briket menjadi (80:20%) menyebabkan penurunan kadar abu sebesar 11,7510%, untuk komposisi (60:40%) turun menjadi 11,3943%, untuk komposisi (40:60%) turun menjadi 11,1145%, untuk komposisi (20:80) turun menjadi 10,4626%, dan untuk komposisi (0:100%) turun menjadi 10,2261%. Oleh karena itu, bisa disimpulkan bahwa penambahan komposisi kulit singkong dapat mengurangi kadar abu pada briket. Semakin banyak arang kulit singkong ditambahkan, maka semakin besar penurunan kadar abu pada briket. Penurunan kandungan abu ini menunjukkan bahwa kulit singkong menghasilkan lebih sedikit sisa organik dibandingkan dengan kulit kopi. Kandungan abu yang rendah biasanya lebih diinginkan karena menunjukkan sedikitnya sisa hasil pembakaran, sehingga meningkatkan efisiensi dalam pemanfaatan bahan bakar. Meskipun kadar abu pada briket arang mengalami penurunan, tetap saja masih berada diatas ambang batas yang ditetapkan oleh SNI, dengan kata lain, kadar abu briket arang kulit kopi dan kulit singkong belum memenuhi standar SNI 01-6235-2000 maksimal 8%.



Gambar 3. Grafik hubungan komposisi bahan baku terhadap kadar abu briket

Kadar Karbon Terikat (Fixed Carbon)

Karbon terikat merupakan salah satu parameter penting yang menentukan kemampuan penyimpanan energi dalam briket. Kadar karbon terikat adalah hasil dari proses pengurangan kadar abu, kadar air, dan senyawa mudah menguap dalam bahan baku. Dimana semakin tinggi kadar karbon terikat maka semakin baik pula kualitas briket yang dihasilkan, karena kadar karbon terikat yang tinggi akan menghasilkan briket dengan asap yang sedikit. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data seperti pada gambar 4.

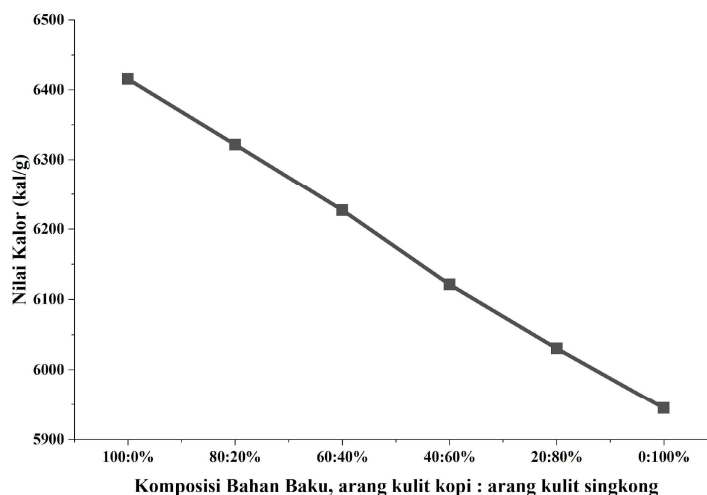


Gambar 4. Grafik hubungan komposisi bahan baku terhadap kadar karbon terikat briket

Gambar 4 menunjukkan bahwa variasi dalam komposisi bahan baku briket menghasilkan nilai yang berbeda. Briket arang dengan komposisi (100:0%) memiliki kadar karbon terikat sebesar 54,9644%. Pada komposisi briket (80:10%) kadar karbon terikat turun menjadi 54,3781%, pada komposisi (60:40%) kadar karbon terikat turun menjadi 53,9659%, untuk briket dengan komposisi (40:60%) mengalami penurunan menjadi 53,5022%, pada briket dengan komposisi (20:80%) kadar karbon terikat sebesar 52,9038%, dan untuk briket dengan komposisi (0:100%) turun menjadi 52,5143%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, peningkatan komposisi kulit kopi menghasilkan briket yang memiliki kualitas pembakaran lebih baik, lebih tahan lama, dan mampu menghasilkan lebih banyak energi.

Nilai Kalor

Kualitas briket arang ditentukan dengan tingginya nilai kalor, semakin tinggi nilai kalor briket maka semakin baik kualitas briket. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data Gambar 5.



Gambar 5. Grafik nilai kalor briket arang kulit kopi dan kulit singkong

Gambar 5 menunjukkan hasil uji nilai kalor briket arang kulit kopi dan kulit singkong sekitar 5944,6799 kal/g sampai 6415,4057 kal/g. Bila dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000, nilai kalor yang disyaratkan untuk memenuhi kualitas briket yang baik minimal 5000 kal/g, maka semua variasi komposisi briket yang dihasilkan sudah memenuhi standar SNI. Hasil uji karakteristik menunjukkan nilai kalor tertinggi terdapat pada briket arang kulit kopi dan kulit singkong dengan komposisi 100:0% dengan kandungan sebesar 6415,4057 kal/g dan nilai kalor terendah terdapat pada briket arang (0:100%) sebesar 5944,6799 kal/g. Nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket arang. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu briket arang, maka akan menurunkan nilai kalor briket arang yang dihasilkan.

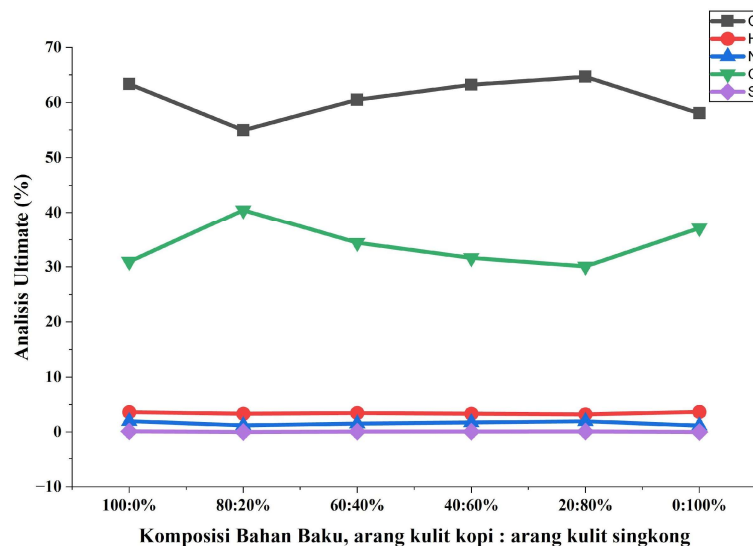
Berdasarkan tabel dan gambar yang ditunjukkan diatas dapat dilihat briket dengan kandungan arang kulit kopi memiliki nilai kalor, kadar karbon terikat, dan stabilitas pembakaran yang lebih baik. Hal ini disebabkan oleh arang kulit kopi memiliki kadar air yang rendah, sedikit zat volatil, dan kandungan karbon tetap yang tinggi, sehingga energi yang terkandung lebih besar dan pembakarannya lebih stabil.

Penambahan arang kulit singkong tetap memberikan pengaruh yang signifikan. Limbah kulit singkong lebih melimpah dan ketersediaannya stabil, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran atau pengganti saat kulit kopi tidak mencukupi. Kandungan abu yang rendah dapat membantu mengurasi residu pembakaran dan kandungan karbonnya tetap mendukung kapasitas energi briket. Penurunan nilai kalor akibat penambahan kulit singkong tidak menjadi masalah karena semua variasi komposisi masih memenuhi batas SNI 01-6235-2000.

Dengan memanfaatkan campuran arang kulit kopi dan kulit singkong, pembuatan briket tidak hanya meningkatkan performa teknik, tetapi juga mendorong keberlanjutan, memberikan fleksibilitas dalam produksi, serta memperluas kemungkinan penggunaannya di sektor industri kecil dan menengah. Pendekatan ini juga berfungsi untuk mengurangi ketergantungan pada satu jenis biomassa dan memaksimalkan pemanfaatan limbah pertanian.

Analisis Ultimat

Analisis ultimat merupakan analisis untuk mengetahui kandungan unsur yang ada dalam briket, seperti karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, dan sulfur, yang memiliki peran penting dalam menentukan kualitas mutu dan potensi energi bahan bakar padat (Velusamy et al. 2022). Hasil analisis ultimat dapat dilihat pada gambar 6. Dimana, analisis ultimat pada biobriket yang terdiri dari campuran kulit kopi dan kulit singkong menunjukkan adanya variasi dalam kandungan unsur C, H, N, O, dan S yang dipengaruhi oleh komposisi masing-masing bahan.



Gambar 6. Hasil analisis ultimat biobriquet

Gambar 6 menunjukkan kandungan karbon (C) pada biobriquet berada pada kisaran 54-65%, dengan nilai tertinggi pada komposisi campuran kulit kopi dan kulit singkong (20%:80%) sebesar 64,66%. Peningkatan kadar karbon ini menunjukkan bahwa kulit singkong memiliki potensi sebagai sumber karbon yang baik untuk menghasilkan energi, karena adanya fraksi karbon yang tinggi berhubungan langsung dengan bilai kalor briquet.

Kandungan hidrogen (H) dalam briquet berada pada rentang 3,21-3,65%. Meskipun variasi ini relatif kecil, hal ini tetap menunjukkan kontribusi kedua jenis biomassa terhadap karakteristik pembakaran. Hidrogen memiliki fungsi dalam memberikan tambahan panas selama proses oksidasi, tetapi jika kadarnya terlalu tinggi, dapat menyebabkan peningkatan uap air yang menurunkan efisiensi saat pembakaran. Nilai H tertinggi terdapat pada komposisi 100% kulit singkong yaitu sebesar 3,65%, yang menunjukkan bahwa kulit singkong memiliki struktur biomassa dengan kadar volatile yang relatif tinggi.

Unsur nitrogen (N) pada semua komposisi variasi menunjukkan kadar yang rendah yaitu sebesar 1,16-1,98%. Hal tersebut menunjukkan bahwa campuran kedua biomassa tersebut memiliki potensi emisip yang sangat sedikit saat pembakaran. Kadar nitrogen tertinggi terdapat pada komposisi 100% kulit kopi, sementara itu, untuk kadar terendah terdapat pada biobriquet dengan komposisi 100% kulit singkong. Rendahnya jumlah N dalam kulit singkong merupakan karakteristik biomassa non-proteinous yang biasanya berasal dari limbah pertanian.

Kandungan oksigen (O) berkisar antara 30,10 - 40,48%. Oksigen umumnya berhubungan negatif dengan nilai kalor karena biomassa yang memiliki kadar oksigen tinggi menghasilkan energi bersih yang lebih rendah akibat dari kebutuhan energi untuk memutus ikatan oksigen. Komposisi campuran kulit kopi dan kulit singkong (80%:20%) memiliki kandungan oksigen tertinggi yaitu sebesar 40,48%, sedangkan biobriquet dengan komposisi 100% kulit singkong memiliki nilai oksigen yang lebih rendah yaitu sebesar 37,14%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa penambahan kulit singkong cenderung menurunkan kandungan oksigen sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi.

Unsur sulfur (S) pada semua sampel menunjukkan nilai yang sangat rendah, yaitu 0,00-0,10%. Kandungan sulfur yang rendah menunjukkan bahwa kedua jenis biomassa tersebut memiliki sifat yang ramah lingkungan dan memiliki potensi emisip CO₂ yang sangat rendah saat pembakaran. Nilai ini sesuai dengan karakteristik biomassa lignoselulosa yang secara alami memiliki kandungan sulfur yang sangat rendah.

Secara keseluruhan, hasil analisis ultimat menunjukkan bahwa penambahan kulit singkong dalam campuran bahan baku pembuatan briquet dapat meningkatkan kandungan karbon dan mengurangi kadar oksigen, yang secara umum memberikan dampak positif terhadap kualitas biobriquet. Sementara itu, rendahnya kandungan nitrogen dan sulfur pada semua sampel menunjukkan bahwa biobriquet yang dihasilkan aman terhadap emisip gas pencemar.

Kesimpulan

Perbedaan komposisi arang kulit kopi dan kulit singkong memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat-sifat briquet, sesuai dengan analisis proksimat dan ultimat. Briquet yang mengandung lebih banyak kulit kopi menunjukkan performa yang paling baik, terlihat dari rendahnya kadar air, sedikitnya zat mudah menguap, tingginya kadar karbon tetap, serta nilai kalor tinggi yang mencapai 6415,41 kal/g. Kondisi ini menghasilkan proses pembakaran yang lebih stabil dan efisien, sesuai dengan standar SNI 01-6235-2000. Sebaliknya, meningkatnya proporsi arang kulit singkong menyebabkan kadar air dan zat volatile meningkat serta menurunkan nilai kalor hingga 5944,68 kal/g, namun nilai tersebut masih dalam batas standar kualitas SNI, sehingga briquet tetap dapat digunakan sebagai alternatif

bahan bakar yang relatif lebih mudah dinyalakan. Selain itu, penambahan arang dari kulit singkong memberikan beberapa keuntungan lainnya, seperti kadar abu yang lebih rendah sehingga menghasilkan residu pembakaran yang lebih sedikit, serta tekstur arang yang lebih halus dapat memudahkan proses homogenisasi adonan briket. Dari segi ketersediaan bahan baku, limbah kulit singkong juga melimpah dan mudah didapat, menjadikannya pilihan yang efektif saat pasokan kulit kopi terbatas. Dengan demikian, pemanfaatan campuran kedua jenis biomassa ini tidak hanya menghasilkan briket yang memenuhi kelayakan teknis, tetapi juga mendukung efisiensi dalam pengolahan limbah pertanian serta meningkatkan keberlanjutan produksi energi alternatif.

Daftar Pustaka

- Almardhiyah, Fadhilah. 2025. "Particle Size and Heating Rate Effects on the Pyrolysis Kinetics of Low-Rank Coal : Kinetics , Thermal Decomposition , and Thermodynamic Studies." 25(2): 253–66. doi:10.22146/ajche.16460.
- Budiawan, Lucky, Bambang Susilo, and Yusuf Hendrawan. 2014. "Pembuatan Dan Karakterisasi Briket Bioarang Dengan Variasi Komposisi Kulit Kopi." *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 2(2): 152–60.
- Maulinda, Leni, ZA Nasrul, and Dara Nurifka Sari. 2015. "Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif." *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 4(2): 11–19.
- Rudiyanto, Bayu, Intan Rida, Zeni Ulma, Dafit Ari, and Miftah Hijiriawan. 2023. "Utilization of Cassava Peel (Manihot Utilissima) Waste as an Adhesive in the Manufacture of Coconut Shell (Cocos Nucifera) Charcoal Briquettes." 12(2): 270–76.
- Syarifhidahtullah, Cahyono, R. B., & Hidayat, M. (2019). *Pemanfaatan limbah kulit kakao menjadi briket arang sebagai bahan bakar alternatif dengan penambahan ampas buah merah*. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(1), 57–64. doi:10.22146/jrekpros.41517.
- Tesfaye, Assefa, Fentahun Workie, and Venkatesh S. Kumar. 2022. "Production and Characterization of Coffee Husk Fuel Briquettes as an Alternative Energy Source." *Advances in Materials Science and Engineering* 2022. doi:10.1155/2022/9139766.
- Velusamy, Sampathkumar, Anandakumar Subbaiyan, Manoj Shanmugamoorthi, and Pradeep Thirumoorthy. 2022. "Archives of Environmental & Occupational Health Combustion Characteristics of Biomass Fuel Briquettes from Onion Peels and Tamarind Shells." *Archives of Environmental & Occupational Health* 77(3): 251–62. doi:10.1080/19338244.2021.1936437.
- Wählhammar, Rickard Allreke. 2014. "Productive Use of Coffee Husks How to Make Briquettes from Coffee Husk in Karagwe , Tanzania." : 29.