

Pengaruh Variasi Ukuran Partikel dan Persentase Perikat terhadap Karakteristik Briket Kulit Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

*The Effect of Variation in Particle Size and Percentage of Adhesive on the Characteristics of Robusta Coffee Skin Briquettes (*Coffea Canephora*)*

Dea Margareta Laheba, Ni Luh Yulianti*, Ida Ayu Gede Bintang Madrini

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia
email: yulianti@unud.ac.id

Abstrak

Kulit kopi adalah bahan baku yang sangat potensial apabila dimanfaatkan dalam bentuk bahan bakar padat. Kulit kopi tergolong dalam limbah suatu pertanian dan dilakukan pengolahannya dijadikan bahan bakar padat buatan dipergunakan untuk menggantikan sumber energi alternatif yang dinyatakan sebagai briket biorang. Tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan pengaruh variasi ukuran partikel bahan baku serta persentase yang merekatkan dengan baik kepada karakteristik briket yang diciptakan, serta mendapatkan perlakuan yang menghasilkan briket dengan karakteristik yang paling baik menurut SNI. Rancangan uji coba dalam riset ini memakai RAK faktorial melalui 2 faktor yang terdiri dari ukuran partikel sejumlah 3 level (S1: 30 mesh, S2: 40 mesh, S3: 60 mesh) dan faktor ke dua adalah persentase perikat yang sejumlah 3 level (L1:30%, L2:35%, L3: 40%). Gabungan perancangan uji coba riset melalui 2 kali pengulangan mendapat 18 unit uji coba. Parameter yang dilakukan pengamatannya dalam riset ini yakni kandungan air, kadar abu, kuat penekanan, kerapatan massa, *volatile matter*, karbon yang diikat serta kecepatan dalam pembakarannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara ukuran partikel dan persentase perikat briket kulit kopi memberi kontribusi yang signifikan kepada parameter mutu briket yang diciptakan. Perlakuan briket dengan ukuran partikel 60 mesh dan persentase perikat 40% (S3L3) dinyatakan perlakuan yang menciptakan briket melalui mutu terbaik. Kriteria melalui briket hasil perlakuan S3L3 ini yakni mempunyai kadar air senilai 4,43%bb, kadar abu senilai 4,69%, nilai kuat tekan sebesar 202,81 kgf/cm², kerapatan massa senilai 0,64 g/cm³, *volatile matter* sebesar 53,68%, nilai karbon yang diikat senilai 51,01 %, dan laju pembakaran sebesar 0,032 gr/menit.

Kata kunci: *Briket, Karakteristik, Kulit Kopi, Kopi Robusta*

Abstract

Coffee is a very potential raw material when utilized in the form of solid fuel. Coffee husk is classified as an agricultural waste and its processing is made into artificial solid fuel used to replace alternative energy sources expressed as briquettes. The research objectives expected in this study are to get the effect of variations in the particle size of raw materials and the percentage that glues well to the characteristics of the briquettes created, and to get the treatment that produces briquettes with the best characteristics according to SNI. The experimental design in this research uses factorial RAK through 2 factors consisting of particle size with 3 levels (S1: 30 mesh, S2: 40 mesh, S3: 60 mesh) and the second factor is the percentage of adhesive with 3 levels (L1: 30%, L2: 35%, L3: 40%). The combined design of the research trial through 2 trials obtained 18 trial units. The parameters observed in this research are water content, ash content, compressive strength, mass density, volatile matter, bound carbon and combustion speed. The results showed that the interaction between particle size and percentage of coffee skin briquette adhesive contributed significantly to the quality parameters of the briquettes created. The treatment of briquettes with a particle size of 60 mesh and a percentage of adhesive of 40% (S3L3) was declared the treatment that created the best quality briquettes. The briquettes from the S3L3 treatment had a moisture content of 4.43% (bb), ash content of 4.69%, compressive strength of 202.81 kgf/cm², mass density of 0.64 g/cm³, volatile matter of 53.68%, bound carbon value of 51.01%, and burning rate of 0.032 g/min.

Keywords: *Briquettes, Characteristics, Coffee Skin, Robusta Coffee*

PENDAHULUAN

Biomassa sebagai sebuah sumber energi yang bisa diadakan kategori sebagai limbah pertanian Indonesia menjadi negara agraris memiliki beberapa limbah

dari pertanian yang belum bisa dipakai kebermanfaatannya dengan baik. Limbah pertanian ini bisa diadakan pengolahannya dijadikan sumber bahan bakar padat yang dipakai menjadi sumber yang menggantikan energi alternatif yang biasa dinyatakan

sebagai briket bioarang (Arni et al., 2014). Salah satunya limbah pertanian yang memiliki kelayakan mendapat perhatian dari pemanfaatannya yaitu limbah kopi berupa kulit kopi.

Berlandaskan pendataan melalui Badan Pusat Statistik diketahui bahwasannya total pembuatan kopi di Indonesia mengalami fluktuasi dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2020. (Badan Pusat Statistik, 2019). Pada tahun 2018 produksi kopi sebesar 756,05 ribu ton turun menjadi 752.51 ribu ton pada tahun 2019, kemudian kembali meningkat pada tahun 2020 dengan jumlah produksi kopi sebesar 762,38 ribu ton (Badan Pusat Statistik, 2021). Tentu saja dengan jumlah produksi tersebut akan menghasilkan limbah berupa kulit kopi yang cukup banyak. Kulit kopi yang dibuang dan bisa digunakan kebermanfaatannya dengan optimal sebagai sebuah energi secara alternatif yang mempunyai kebermanfaatan untuk keperluan masyarakat serta ramah pada lingkungan. Salah satu bentuk dari pemanfaatan limbah kulit kopi sebagai sumber energi alternatif adalah briket kulit kopi. Ada berbagai faktor yang memberi pengaruh mutu sebuah briket yang diciptakan meliputi ukuran partikel bahan baku serta konsentrasi perekat digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh (Sutrisno et al., 2017) menunjukkan ukuran partikel serta penekanan briket memiliki kontribusi kepada skor kecepatan pembakaran serta lama penyalaan melalui briket. Briket melalui ukuran 60 mesh serta penekanan 20 Mpa menunjukkan kecepatan kecilnya suatu pembakaran serta penyalaannya lama. Selanjutnya, hasil riset yang diadakan Suryaningsih et al., (2019) terkait dengan kontribusi melalui ukuran partikel kepada karakteristik kecepatan maupun lamanya proses bakar menjelaskan hasilnya ketika makin tinggi ukuran partikel dengan demikian kecepatan dalam pembakarannya makin rendah maka lamanya waktu yang dipakai dalam pembakarannya.

Riset yang diadakan Wijaya et al. (2021) menunjukkan bahwa bahan baku briket dan persentase perekat memiliki pengaruh pada mutu briket yang diciptakan. Briket pada perlakuan arang sekam padi 85 gram dan perekat 15 gram dinyatakan sebagai perlakuan yang menciptakan mutu briket terbaik yang menghasilkan kadar air senilai 3,49% bb, kadar abu 34,85%, kandungan zat menguap 31,30% serta kecepatan pembakarannya sepanjang 75,60 gram per menit. Sementara beberapa hasilnya pada riset ini menyatakan pemakaian perekat berkontribusi kepada karakteristik briket yang dihasilkan (Wijaya AK et al., 2021). Sejauh ini penelitian briket dengan perlakuan ukuran partikel yang dikombinasikan dengan persentase perekat yang paling baik khususnya untuk briket kulit kopi masih perlu dikembangkan.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan mutu briket kulit kopi yang terbaik mengingat briket berbahan baku kulit kopi dapat menjadi sumber energi alternatif yang baik.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada Laboratorium Pascapanen, Laboratorium Analisis Pangan, Laboratorium Mikrobiologi, Gedung Agrokomplek, Kampus Sudirman, Universitas Udayana. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2022 hingga Oktober 2022.

Alat dan Bahan

Peralatan yang dipakai pada riset ini mencakup *furnace* (merk *Barnstead/Thermolyne type 47900*), mixer, wadah plastik, oven (OLabo DO 255), kompor listrik (Merk Maspion S-301), kompor gas portabel (Krischef), *Texture Analyser* (merk TA TX plus), timbangan analitik (Model Shimadzu, Jepang), mesin press ban, alat ukur waktu, desikator, cawan porseling, aluminium, pencetakan briket, kawat kafen, wadah plastic, gelas kimia, batang pengaduk, hot plate, gelas ukur, termometer, ayakan dengan ukuran 30 mesh, 40 mesh serta 60 mesh, peralatan untuk menumbuk kayu, ruler, knife, peralatan tulis, notebook, serta laptop. Sedangkan terkait dengan bahan yang dipergunakan pada riset ini yakni kulit kopi yang didapat melalui petani pada Banjar Dinas Kebonjero, Desa Munduktemu, Pupuan, Tabanan. Kulit kopi yang digunakan adalah kopi robusta dengan umur kopi tiga tahun. Bahan selanjutnya yaitu bahan perekat berupa tepung tapioka dan air.

Rancangan Percobaan

Adapun perancangan percobaan yang dipakai pada riset ini ialah RAK faktorial melalui 2 faktor yakni ukuran partikel yang mencakup 3 level serta faktor berikutnya yakni persentase perekat yang meliputi 3 level. Tiap perlakuannya diadakan pengulangan sejumlah 2 kali sehingga dihasilkan 18 unit percobaan. Faktor pertama yakni variasi pengukuran partikel yang meliputi 3 ukuran mesh yang berbeda.

S1: 30 mesh, S2: 40 mesh, S3: 60 mesh. Faktor keduanya yaitu persentase perekat meliputi 3 tingkat yakni 30%, 35%, dan 40% dari 100 gram campuran yang digunakan:

- L1: 30% perekat (30 gram perekat dan 70 gram serbuk kulit kopi)
- L2: 35% perekat (35 gram perekat dan 65 gram serbuk kulit kopi)
- L3: 40% perekat (40 gram perekat dan 60 gram serbuk kulit kopi)

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian diawali dengan menyiapkan 5 kg kulit kopi robusta kering. Setelah itu dilanjutkan dengan proses pengarangan. Proses pengarangan dimulai dengan mempersiapkan alat *furnace* dengan suhu 300°C (Utami et al., 2022.). Setelah alat *furnace* panas dan mencapai suhu 300°C selanjutnya kulit kopi dimasukkan menggunakan cawan porselin berukuran 100 ml dengan lama waktu pengarangan 60 menit. Hasil dari proses ini berupa biorang. Selanjutnya biorang dihaluskan menggunakan alat penumbuk hingga terjadi perubahan tekstur biorang menjadi bubuk, tahapan ini dilangsungkan sekitar 30 menit per sesi. Bubuk biorang yang dihasilkan seberat 2,5 kg. Kemudian dilanjutkan dengan pengayakan. Proses pengayakan diawali dengan mempersiapkan mesh. Guna menciptakan butiran arang yang lebih halus serta seragam dengan memakai ayakan dengan ukuran mesh 30, 40 serta 60 mesh. Makin tinggi ukurannya maka mesnya akan makin kecil terkait dengan ukuran dihasilkan. Pengayakan dimulai dengan menyusun mesh dengan ukuran mesh yang paling kecil hingga yang terbesar. Mesh dengan ukuran paling kecil terletak pada bagian atas, sehingga susunan mesh akan menjadi 30 mesh, 40 mesh dan 60 mesh, lalu pada bagian bawah terdapat wadah untuk menampung sisa ayakan. Pengayakan dilakukan selama kurang lebih 20-30 menit per sesi. Hasil ayakan yang dipakai dalam riset ini adalah bubuk biorang yang tersisa dalam tiap mesh, bukan pada wadah yang terletak bagian bawah. Setelah mendapat hasil ayakan yang diinginkan, selanjutnya dilakukan proses soltir sesuai dengan ukuran masing masing mesh.

Tahapan selanjutnya yaitu membuat perekat melalui bahan dalam pencampuran perekat adalah tepung tapioka serta *cool water* melalui perbandingannya yakni 1:10. Selanjutnya proses pencampuran bahan baku dengan perekat dimulai dengan memasukan perekat dan serbuk kulit kopi (sesuai dengan rancangan percobaan) ke dalam wadah. Campuran bahan baku dan perekat yang sudah menjadi adonan dimasukan kedalam peralatan untuk mencetak briket dengan bentuk silinder melalui volume 10 cm kubik dengan jari-jari 1,7 cm serta tingginya 2 cm. Briket dengan bentuk silinder menciptakan mutu yang baik daripada bentukan lain (Ritzada et al., 2021). Sesudah bahan briket masuk kedalam pencetakan maka tahap berikutnya diadakan pengempaan. Pengempaan dilakukan memakai mesin press ban dengan perhitungan menggunakan uliran. Pengempaan dilakukan sebanyak 12 kali uliran. Setelah itu didiamkan sepanjang 3 menit hingga keadaan briket padat. Karena keterbatasan alat, perhitungan tekanan tidak dapat dilakukan menggunakan alat tekanan kempa, namun dapat disiasati menggunakan

perhitungan uliran. Setelah dilakukan pengempaan, briket dikeluarkan melalui pencetakan serta diberikan mendapat angin melalui udara terbuka maupun suhu ruang sepanjang 24 jam, selanjutnya diadakan pengeringan pada oven melalui suhu 105 derajat celcius dengan waktu 4 jam. Tujuan dari pengovenan ini yakni guna melakukan penurunan kandungan air yang ada dalam briket. Berikutnya briket arang yang diciptakan nantinya diadakan analisa secara kuat dalam penekan, rapatnya massa, kandungan air, kandungan abu, nilai karbon yang diikat, volatile matter serta kecepatan pembakaran.

Parameter Penelitian

Kadar Air

Standar kualitas briket mensyaratkan kadar air tidak melebihi 8%. Dalam mengukur kandungan air diadakan melalui penyiapan 18 sample yang diletakan ke dalam cawan dengan berat 5 gram serta diperoleh berat awalnya. Setelah briket dilakukan penimbangan masukkan ke dalam oven melalui suhu 105 derajat celcius sepanjang 24 jam sampai bobot konstan. Sesudah diadakan pengovenan berikutnya dilakukan pendinginan melalui desikator sepanjang 30 menit, kemudian dilakukan penimbangan berat akhirnya.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{b-c}{b-a} \times 100\% \dots\dots\dots [1]$$

Keterangan:

a = Berat cawan kosong (g)

b = Berat cawan + sampel briket (g)

c = Berat cawan + sampel briket sesudah dioven sampai berat menjadi konstan (g)

Kadar Abu

Kadar abu adalah bagian yang merupakan sisa melalui kegiatan membakar yang telah tidak mempunyai unsur karbon. Makin besarnya kandungan abu dengan demikian mutu sebuah briket nantinya makin kurang dikarenakan kadar abu yang besar bisa menyebabkan penurunan skor kalor melalui briket. Standar kualitas briket memberi syarat kandungan abu pada briket maksimal tidak lebih dari 8 persen. Penetapan kandungan abu diadakan melalui pengeringan cawan yang ada pada atas pemanas suhu 100 derajat celcius sepanjang 30 menit yang mana berikutnya yaitu cawan di dinginkan melalui waktu 30 menit serta dilakukan penimbangan pada massa kosongnya. Sampel serta cawan dijadikan abu. Berikutnya cawan dilakukan pengangkatan serta di biarkan dingin selanjutnya dilakukan penimbangan.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{massa sisa abu (g)}}{\text{massa kering briket}} \times 100\% \dots\dots [2]$$

Kuat Tekan

Kuat tekan ini dinyatakan sebagai parameter yang diamati guna mencari tahu tingkatan kemampuan sebuah benda padat yang dilakukan pengukurannya melalui peralatan pengukuran universal (Oladeji, 2010). Pengukurannya diadakan melalui penggunaan peralatan *Texture Analyser* (merk TA TX plus).

Kerapatan Massa

Kerapatan massa dinyatakan sebagai parameter yang penting pada kegiatan briket yang bertujuan dalam peningkatan kerapatan massa dengan demikian nilai skor kalor briket persatuan volume bertambah. Kerapatan ini bisa didapat melalui cara menimbang massa sampel briket selanjutnya dilakukan pembagian melalui volume sample briket. Perhitungan kerapatan massa dijelaskan pada rumus:

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots [3]$$

Keterangan:

ρ = Kerapatan (g/cm³)

m = Massa (g)

V = Volume silinder (cm³)

Volatile Matter

Kandungan ini dinyatakan sebagai jumlah zat yang hilang apabila sample briket dilakukan pemanasannya dalam suhu serta waktu yang sudah ditetapkan. kemampuan menyala dan kemampuan terbakar ditentukan oleh kadar dari kerapatan zat menguap ini yang terdapat pada briket. Perhitungan volatile matter dijelaskan pada rumus:

$$VM = [(a-d)/c] \times 100 \% - f (\%) \dots\dots\dots [4]$$

Keterangan:

a = Berat sampel dan cawan (g)

b = Berat cawan (g)

c = Berat sampel = (a – b) (g)

d = Berat cawan dan residu (g)

f = Moisture dalam analisis sampel (%)

Karbon Terikat

Nilai karbon terikat adalah fraksi karbon yang terikat dalam briket selain fraksi abu, air, dan zat menguap. Keterikatan karbon dengan oksigen menjadikan nilai karbon terikat sangat berpengaruh pada proses pembakaran. Perhitungan karbon terikat dijelaskan pada rumus:

$$\text{Karbon Terikat (\%)} = 100\% - (b - c) \dots\dots\dots [5]$$

Laju Pembakaran

Uji kecepatan pembakaran dilakukan dalam mencari tahu kelajuan dari briket melalui kondisi membara sampai menjadi abu. Kondisi pembakaran harus stabil disetiap perlakuan. Dimulai dari menyiapkan sample serta dilakukan penimbangannya dengan bobot briket sebelum diadakan uji kecepatan membakar. Berikutnya, dilakukannya penyiapan kompor yang telah dinyalakan apinya selanjutnya briket dimasukkan ke atas kawat kafen. Pada saat briket telah membara, briket diangkat dari atas kawat kasa dan ditempat wadah yang berbeda. Lama nyala briket dihitung dengan stopwatch dari mulai membara hingga baranya padam. Perhitungan laju pembakaran dijelaskan pada rumus:

$$\text{Massa briket terbakar} = \text{massa briket awal} - \text{massa briket akhir (g)} \dots\dots\dots [6]$$

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{Massa briket terbakar}}{\text{waktu pembakaran}} \text{ (g/menit)} [7]$$

Analisis Data

Tindakan dilakukan pengulangan sejumlah 2 kali pengulangan dengan demikian mendapatkan 18 data amatan. Pendataan yang didapatkan akan dilakukan analisis melalui sidik ragam serta ketika ada kontribusi yang signifikan, dengan demikian akan dilanjut melalui pengujian Duncan kepada rata-rata kelakuan. Sehingga dapat ditentukan perlakuan yang paling mendekati nilai SNI. Hasilnya nanti dilanjut melalui analisa memakai *mutiple attribute* guna mencari tahu hasil tidakan paling baik yang berlandaskan Metode Zeleny (1982). Skor ideal dinyatakan sebagai skor yang disesuaikan akan harapan yakni nilai maksimalnya ataupun minimalnya melalui sebuah parameter. Pada parameter melalui rata-rata makin besar atau tinggi dengan demikian maka makin bagus, dengan demikian skor paling rendah dijadikan skor paling buruk, begitupun kebalikannya. Pada parameter yang mempunyai mean rendah akan semakin baik, dengan demikian skor paling tinggi dijadikan skor paling buruk.

Perhitungan derajat kerapatan (dk)

Derajat kerapatan dilakukan perhitungannya berlandaskan skor ideal melalui tiap parameter. Apabila skor ideal minimal, dengan demikian:

$$Dk = \frac{\text{nilai kenyataan mendekati ideal}}{\text{nilai ideal dari masing-masing alternatif}} \dots\dots\dots [8]$$

Bila nilai ideal maksimal, maka:

$$Dk = \frac{\text{nilai ideal dari masing-masing alternatif}}{\text{nilai kenyataan mendekati ideal}} \dots\dots\dots [9]$$

Tabel 1 Nilai ideal parameter penelitian

Parameter	Asumsi nilai ideal
Kadar air	Terendah
Kadar abu	Terendah
Kuat Tekan	Tertinggi
Kerapatan massa	Tertinggi
Volatile Matter	Terendah
Karbon Terikat	Tertinggi
Laju Pembakaran	Terendah

Perhitungan jarak kerapatan (Lp)

Melalui anggapan bahwasannya seluruh parameter relevan serta penting dengan demikian jarak kerapatannya dilakukan perhitungannya berlandaskan total parameter dalam tiap kelakuan.

$$\lambda = 1 / \sum \text{parameter} \dots\dots\dots [10]$$

$$L1 = 1 - \sum (\lambda^2 \times (1-dk)) \dots\dots\dots [11]$$

$$L2 = \sum (\lambda^2 \times (1 - dk)^2) \dots\dots\dots [12]$$

$$L\infty = \text{nilai maks} (\lambda \times (1-dk)) \dots\dots\dots [13]$$

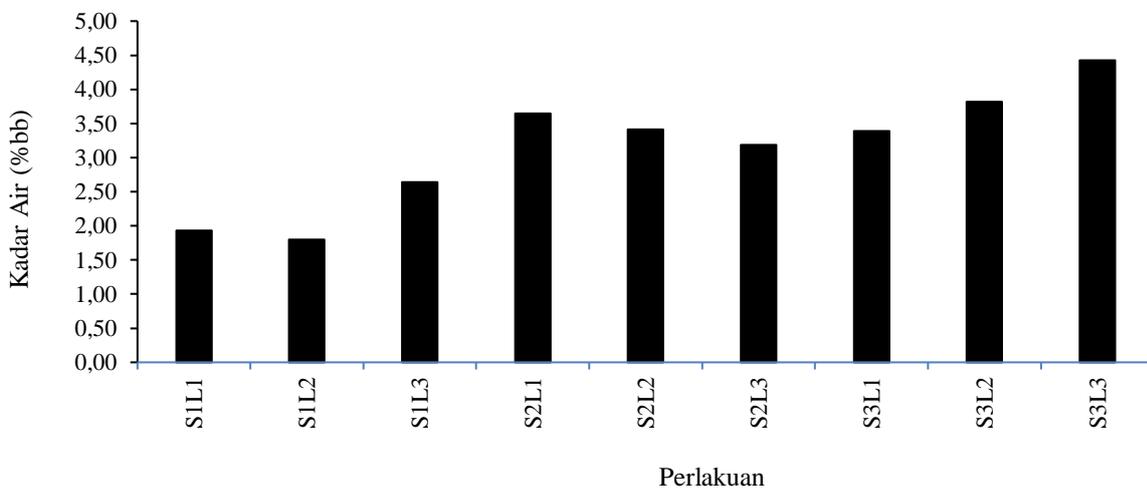
Kelakuan paling bagus ditentukan melalui kelakuan yang memiliki skor L1,L2, dan L∞ minimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Berlandaskan hasil analisa keragaman dalam menunjukkan yaitu interaksi antar kelakuan variasi

ukuran partikel (S) dan perlakuan persentase perekat (L) memberi kontribusi signifikan ke parameter kandungan air briket melalui kulit kopi. Dengan jumlah skor rata-rata untuk kandungan air briket kulit kopi dapat diperhatikan pada **Gambar 1** dan **Tabel 2**. Berdasarkan data yang diperoleh pada **Gambar 1** dan **Tabel 2** diamati bahwasannya nilai kandungan air tertinggi diperoleh pada perlakuan persentase perekat 40 %bb dan dengan ukuran partikel 60 Mesh (S3L3) sebesar 4,43%bb yang berikutnya berlandaskan hasil pengujian berlanjut dinyatakan bahwasannya kelakuan ini memberikan kontribusi tidak sama nyata (P > 0,05) melalui kelakuan lain. Selanjutnya nilai kadar air terendah diperoleh pada perlakuan persentase perekat 35% dan dengan ukuran partikel 30 Mesh (S1L2) dengan persentase sebesar 1,80% bb dan juga memiliki pengaruh berbeda nyata (P > 0,05) terhadap perlakuan lainnya.



Gambar 1 Perlakuan hasil analisis uji kadar air (%bb)

Tabel 2. Nilai kadar air (%bb) briket kulit kopi

Perlakuan Variasi Ukuran Partikel (S)	Perlakuan Persentase Perekat (L)		
	L1 (30%)	L2 (35%)	L3 (40%)
S1 (30 Mesh)	1,93a	1,80a	2,64b
S2 (40 Mesh)	3,65c	3,41c	3,18bc
S3 (60 Mesh)	3,39c	3,82c	4,43d

Keterangan: huruf yang setara dibelakang skor rerata menyatakan nilai ketidaksamaan yang tidak nyata (P>0,05).

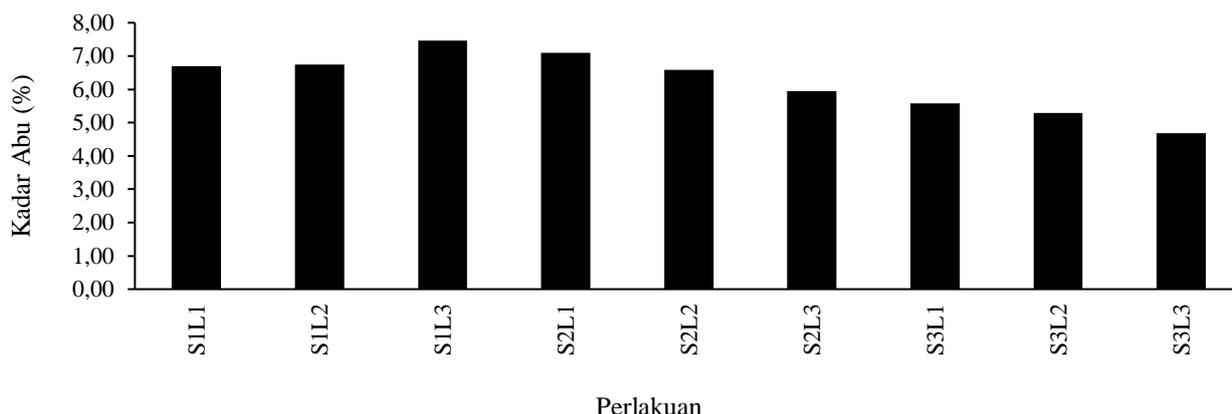
Berdasarkan hasil dari data pengamatan pada **Gambar 1** dan **Tabel 2** dinyatakan bahwasannya kecenderungan kadar air mengalami peningkatan sejalan akan meningkatnya kandungan perekat dan ukuran partikel yang dipakai. Dalam ukuran partikel briket kulit kopi 30 mesh dan persentase perekat 35% yang mana merupakan kadar air terendah mengalami peningkatan pada perlakuan berikutnya yaitu pada persentase perekat 40% dengan ukuran partikel yang sama.

Kadar air terus meningkat pada perlakuan selanjutnya yaitu pada 40 mesh dan 60 mesh, hal ini disebabkan pengukuran partikel yang kasar lebih sedikit mendapat penyerapan air daripada melalui pengukuran partikel yang halus (Priyanto et al., 2018). Pernyataan ini sejalan akan riset yang diadakan (Maryono et al., 2013) yang menjelaskan bahwasannya makin besar kandungan kanji dengan demikian kandungan air yang diperoleh makin besar juga, pernyataan ini diakibatkan oleh sifat perekat kanji serta arang yang tidak kuat akan kelembapan dengan demikian mempunyai kemudahan dalam penyerapan air serta udara. Kandungan air

berpengaruh terhadap mutu briket arang yang diciptakan. makin rendahnya skor kandungan air dengan demikian skor kalor serta daya pembakaran nantinya makin besar pula sehingga kualitas briket makin baik serta kebalikannya apabila makin besar nilai kandungan air dengan demikian skor kalornya maupun daya bakarnya nantinya makin kurang. Berdasarkan data pada gambar 1 dan tabel 2 diketahui perlakuan terbaik nilai kadar air pada penelitian ini diperoleh pada persentase perekat 35% dengan ukuran partikel 30 mesh (S1L2) menghasilkan kadar air 1,80% bb yang mana merupakan nilai kadar air terendah dan juga mempunyai kontribusi tidak sama nyata ($P > 0,05$) kepada perlakuan lainnya.

Kadar Abu

berlandaskan pada hasil analisis keragaman menunjukkan yaitu interaksi antara kelakuan variasi ukuran partikel dan perlakuan persentase perekat memberi kontribusi signifikan ke parameter kandungan abu briket kulit kopi. Skor rata-rata abu briket kopi bisa diperhatikan pada **Gambar 2** dan **Tabel 3**.



Gambar 2. Perlakuan hasil analisis uji kadar abu (%)

Tabel 3. Nilai kadar abu (%) briket kulit kopi

Perlakuan Variasi Ukuran Partikel (S)	Perlakuan Persentase Perekat (L)		
	L1 (30%)	L2 (35%)	L3 (40%)
S1 (30 Mesh)	6,69cd	6,74cd	7,46d
S2 (40 Mesh)	7,09d	6,65cd	5,94bc
S3 (60 Mesh)	5,57ab	5,29bc	4,68a

Keterangan: Huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan nilai perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$).

Mengacu kepada sata yang ditunjukkan pada **Gambar 2** dan **Tabel 3** dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran partikel kulit kopi nantinya menyebabkan penurunan kandungan abu. Bisa diamati melalui skor tertinggi kandungan abu terdapat dalam ukuran partikel 30 mesh, kemudian mengalami penurunan skor kandungan air dalam ukuran partikel 40 serta 60 mesh. Pernyataan ini diakibatkan kulit kopi mempunyai kadar yang

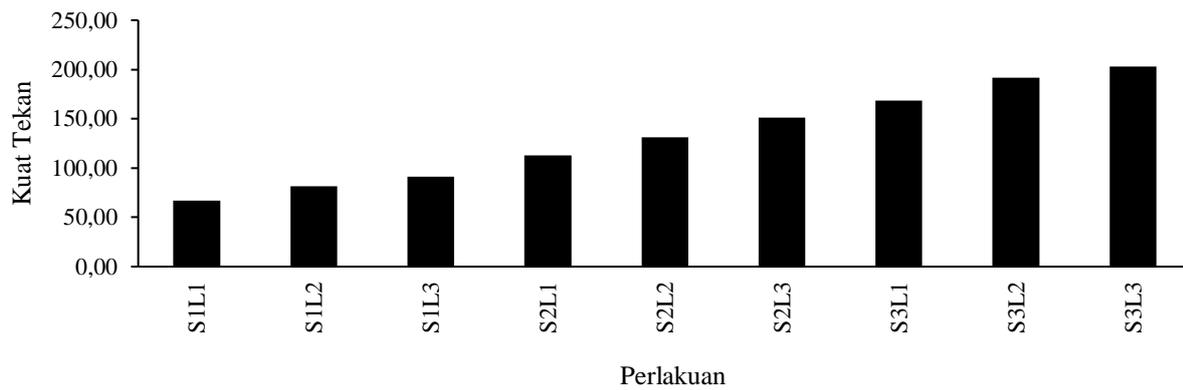
mengandung unsur organik tinggi dengan demikian nantinya mempunyai kemudahan dalam mengikat dalam pembakaran serta mendapat sedikit zat sisa yang jadinya berupa abu. (Budiawan, Susilo, & Yusuf, 2014). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Sudiro & Suroto, 2014) kandungan abu diharap memiliki nilai paling rendah, hal ini disebabkan kandungan tinggi nantinya bisa memberi pengurangan pada skor kalor serta bisa membuat

pembakaran menjadi lambat. Makin tinggi kandungan abu yang dihasilkan dengan demikian akan rendah juga mutu sebuah briket, maka pernyataan ini diakibatkan abu yakni mineral silika dan kontribusinya kurang bagus kepada skor kalor yang diciptakan. Kandungan abu briket memiliki kontribusi kepada skor kalor serta skor kandungan karbon. Makin kecil skor kandungan abu akan makin besar skor kalor serta skor kandungan karbon. (Eka Putri & Andasuryani., 2017)

Kuat tekan

Mengacu pada data yang diperoleh pada **Gambar 3**, diketahui nilai kuat tekan briket kulit kopi berkisar

pada 66,97-202,81 kgf/cm². Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada perlakuan ukuran partikel 60 mesh dan persentase perekat 40% (S3L3) dengan nilai sebesar 202,81 kgf/cm² kemudian kelakuan paling rendah didapatkan pada kelakuan pengukuran partikel 30 mest serta persentase perekat 30% (S1L1) yaitu sebesar 66,97 kgf/cm². Perlakuan S3L3 merupakan perlakuan terbaik dengan nilai kuat tekan paling tinggi dan mengacu dalam pengujian berlanjut dinyatakan bahwasannya kelakuan ini memberikan kontribusi tidak sama nyata ($P > 0,05$) melalui kelakuan lain. Makin besar skor kuat penekanan briket, dengan demikian daya tahan briket makin bagus (Triono, 2006).



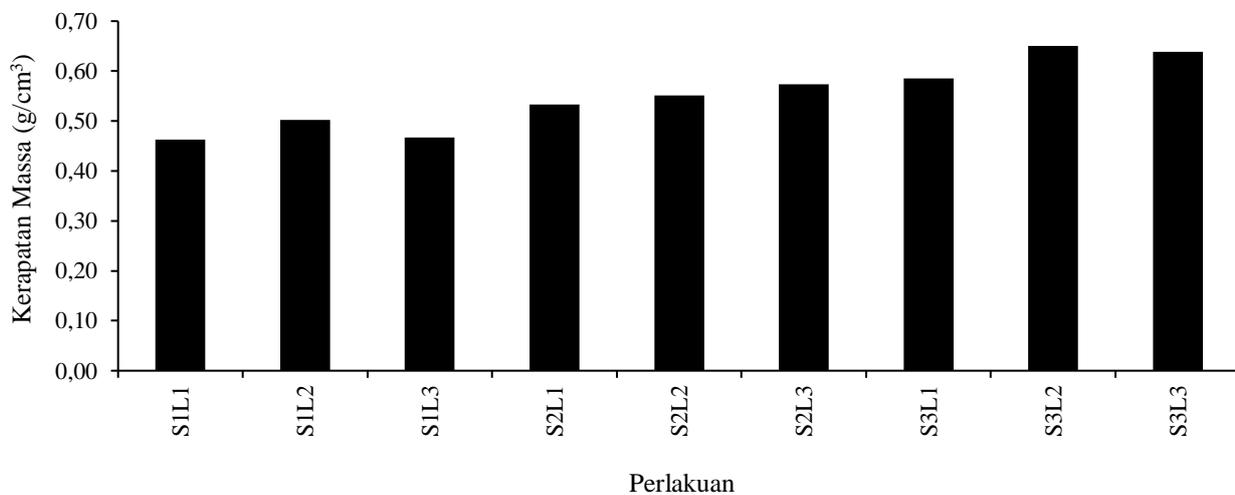
Gambar 3. Perlakuan hasil analisis uji kuat tekan (kgf/cm²)

Pada **Gambar 3** diketahui bahwa ada kecenderungan nilai kuat tekan meningkat sejalan dengan meningkatnya persentase perekat dan mengecilnya ukuran partikel yang dipakai. Pernyataan ini selaras akan riset yang diadakan (Taulbee et al., 2009) menyatakan bahwasannya kemampuan briket diberikan kontribusi oleh pengukuran partikel bahan kemampuan briket. Pada setiap bahan mempunyai kerapatan tidak sama dengan demikian menyebabkan

skor keteguhan tekanan yang tidak sama dalam tiap jenis bahan baku briket (Hendra, 2011).

Kerapatan Massa

Berlandaskan hasil analisa keragaman menunjukkan yaitu interaksi antar kelakuan variasi ukuran partikel (S) dan perlakuan persentase perekat (L) memberi kontribusi signifikan ke parameter kerapatan massa briket kulit kopi. Nilai rata-rata nilainya bisa diperhatikan pada **Gambar 4** dan **Tabel 4**.



Gambar 4. Perlakuan hasil analisis uji kerapatan massa (g/cm³)

Tabel 4. Nilai kerapatan massa (g/cm^3) briket kulit kopi.

Perlakuan Variasi Ukuran Partikel (S)	Perlakuan Persentase Perekat (L)		
	L1 (30%)	L2 (35%)	L3 (40%)
S1 (30 Mesh)	0,46a	0,50ab	0,47a
S2 (40 Mesh)	0,53bc	0,55	0,57cd
S3 (60 Mesh)	0,59d	0,65e	0,64e

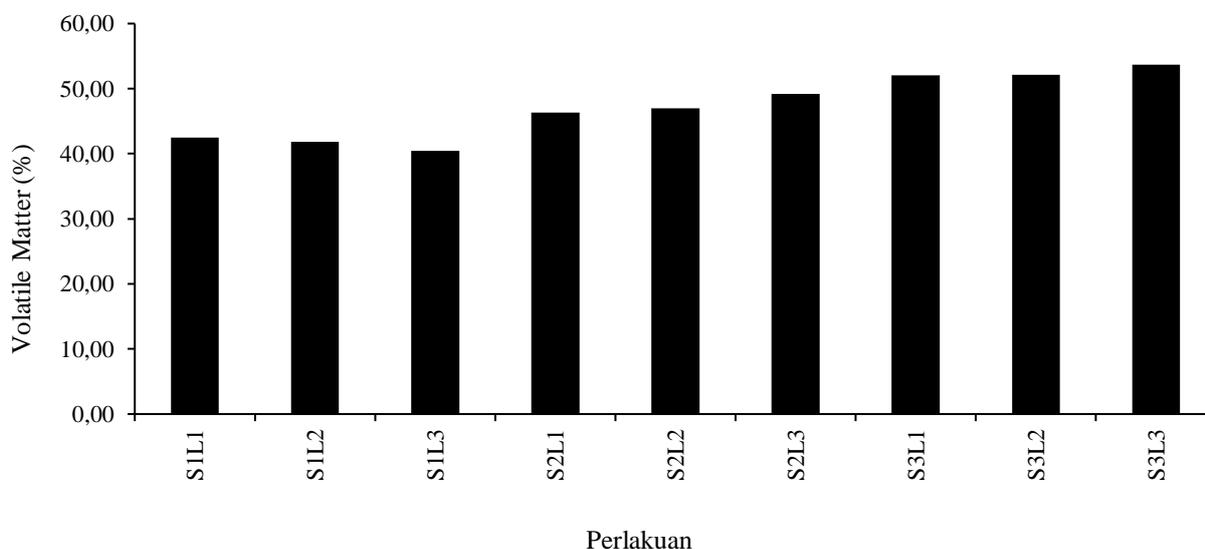
Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$).

Mengacu dalam **Gambar 4** dan **Tabel 4** dinyatakan bahwasannya nilai kerapatan massa briket berbahan dasar kulit kopi kisarannya antara $0,46\text{--}0,65 \text{ g/cm}^3$. Skor kerapatan massa tertinggi diperoleh oleh ukuran partikel 60 mesh dan persentase perekat 35% (S3L2) melalui skor senilai $0,65 \text{ g/cm}^3$. Kemudian, skor kerapatan terendah didapatkan oleh ukuran partikel 30 mesh dan persentase perekat 30% (S1L1) dengan nilai sebesar $0,46 \text{ g/cm}^3$.

Kerapatan yang semakin tinggi dapat meningkatkan kualitas briket. Menurut hasil uji lanjut pada **Tabel 4** perlakuan S3L2 merupakan perlakuan yang menghasilkan nilai kerapatan terbaik, dimana perlakuan ini memiliki nilai kerapatan tertinggi dan juga memberi kontribusi yang sama nyata dengan perlakuan S3L3 namun memberi kontribusi yang tidak sama nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Mengacu dalam **Gambar 4** dan **Tabel 4** diketahui bahwa semakin kecil ukuran partikel dan makin tinggi persentase perekat dengan demikian nilai kerapatan nantinya makin tinggi. Pernyataan ini diakibatkan oleh semakin kecil ukuran partikel menyebabkan ikatan antar molekul arang lebih kuat. Dalam ukuran 30 mesh mempunyai ukuran besar untuk partikel dengan demikian keahlian merapatnya serta rongga kosong antar partikelnya lebih sedikit. Berikutnya ukuran 60 mesh ukurannya kecil serta

mempunyai kemudahan dalam merapat karena rongga kosong diantara partikel lebih sedikit. (Priyanto et al., 2018). Penelitian yang telah dilakukan oleh (Smith & Idrus., 2017) menunjukkan bahwasannya semakin besar pemakaian perekat sugu serta tapioka dalam membuat biobriket maka akan condong menyebabkan adanya peningkatan kerapatan biobriket. Besarnya kerapatan dalam briket yang memakai perekat tapioka dibanding memakai sugu diakibatkan kadar amilopektin dalam perekat tapionya besar dibanding suginya (82,13%) (Nodali, 2009).

Briket melalui kerapatan yang lebih rendah bisa menyebabkan briket mudah habis pada membakar bobot briket yang rendah (Hendra & Winarni, 2003) Kerapatan semakin tinggi dapat meningkatkan kualitas briket. Dalam riset ini skor kerapatannya paling tinggi didapat melalui perlakuan ukuran partikel 60 mesh dan persentase perekat 35% dengan nilai sebesar $0,65 \text{ g/cm}^3$ namun acuan skor kerapatan berdasarkan massa berlandaskan Briket Arang dengan acuan nasional Indonesia yakni senilai minimal 0,440 gram per centimeter kubik yang memberi tanda bahwasannya skor kerapatan massa mempunyai bahan baku berupa kulit kopi yang dihasilkan sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (2000).



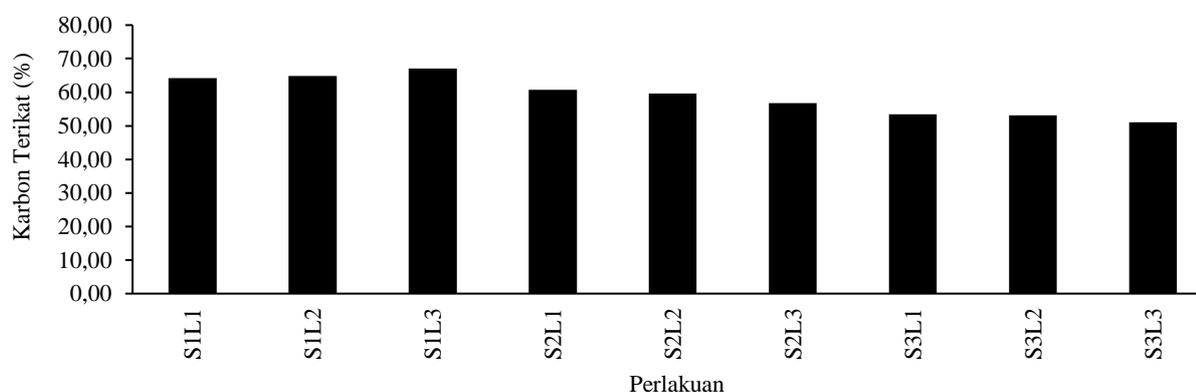
Gambar 5. Perlakuan hasil analisis uji volatile matter (%)

Volatile Matter

Pada **Gambar 5**, diketahui bahwa nilai mean kandungan dari *volatile matter* biobriket paling rendah senilai 40,43% dalam sampel briket melalui 40% perekat dalam ukuran partikel 30 mesh. Namun mean kandungan dari *volatile matter* ini paling tinggi senilai 53,68% dalam sampel briket melalui 40% perekat pada ukuran partikel 60 mesh. Setelah dilakukan uji lanjut, ditemukan perlakuan varian ukuran partikel mempunyai kontribusi signifikan kepada skor dari *volatile matter*. Pada ukuran partikel 60 mesh (S3) menghasilkan nilai terendah sebesar 41,58% dan berpengaruh berbeda nyata ($P > 0,05$) pada perlakuan lainnya.

Pada riset yang diadakan diperoleh hasil bahwa terdapat kecenderungan semakin tinggi persentase perekat dan ukuran partikel yang digunakan maka

akan makin besar kandungan dari *volatile matter* yang diciptakan. Pernyataan ini sejalan melalui pernyataan dari (Putra et al., 2013) yang menjelaskan bahwasannya besaran kandungan *volatile matter* diberikan kontribusi melalui penambahan perekat dikarenakan yang digunakan tidak mendapat proses pirolisis. Makin tinggi kandungan *volatile matter* dengan demikian briket nantinya menciptakan kadar karbon yang rendah. Apabila kandungan karbon makin rendah dengan demikian mutu briket nantinya makin buruk. Mengacu pada **Gambar 5** dinyatakan bahwasannya kadar *volatile matter* briket berbahan dasar kulit kopi berkisar antara 40,43% - 53,68%. Apabila dilakukan perbandingan melalui Standar Nasional Indonesia 01-6235-2000 tentang briket arang, parameter kadar *volatile matter* yang dihasilkan tidak memenuhi standar mutu Indonesia karena melewati batas maksimal.



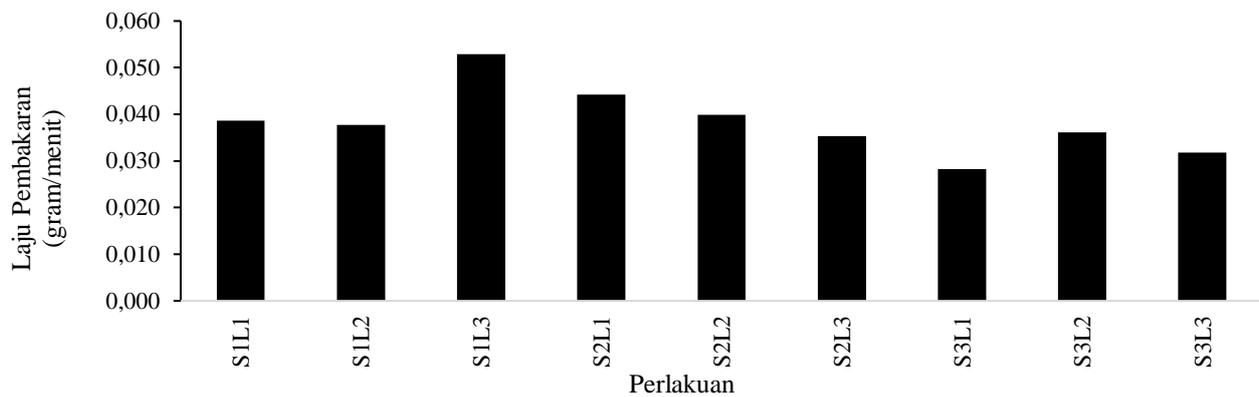
Gambar 6. Perlakuan hasil analisis uji karbon terikat

Karbon Terikat

Pada **Gambar 6** diketahui bahwa nilai karbon terikat briket kulit kopi berkisar pada 51,01% - 67,04%. Berlandaskan kajian yang diadakan oleh (Muhammad et al., 2018) makin tinggi kandungan karbon terikat, dengan demikian mutu briket arang itu makin bagus. Nilai karbon tertinggi diperoleh pada perlakuan ukuran partikel 30 mesh dan persentase perekat 40% yaitu sebesar 67,04%. Sedangkan nilai karbon terikat terendah diperoleh pada perlakuan ukuran partikel 60 mesh dan persentase perekat 40% dengan nilai karbon terikat sebesar 51,01%. Setelah dilakukan uji lanjut, ditemukan perlakuan variasi ukuran partikel berpengaruh signifikan terhadap nilai karbon terikat. Pada ukuran partikel 60 mesh (S3) menghasilkan nilai tertinggi sebesar 65,37% dan berpengaruh berbeda nyata ($P > 0,05$) pada perlakuan lainnya.

Kulit kopi memiliki banyak kadar selulosa ataupun hemiselulosa yang memiliki skor karbon yang besar

yang diikat dalam karbonisasi melalui serbuk kayu (Budiawan et al., 2014). Riset yang diadakan (Putra et al., 2013) menjelaskan kandungan karbon terikat dinyatakan sebagai salah satunya parameter yang dipakai dalam penentuan mutu briket, yang mana makin tinggi kandungan karbon terikat dengan demikian makin bagus pula mutu briket yang diciptakan, dikarenakan kandungan karbon tinggi nantinya menciptakan briket yang mempunyai asam minimal dalam penggunaannya. Kemudian, makin besar kandungan karbon terikat dengan demikian skor karbonnya yang diciptakan nantinya makin besar. Menurut Standar Nasional Indonesia (2000), standar mutu karbon terikat briket arang minimal 77%, dengan standar ini memberi tanda bahwa skor karbon terikat yang didapat pada penelitian ini belum memenuhi standar mutu yang sudah ditetapkan.



Gambar 7. Perlakuan hasil analisis uji laju pembakaran (gram/menit)

Laju Pembakaran

Pada **Gambar 7** dan **Tabel 5** diketahui bahwa nilai karbon terikat briket kulit kopi berkisar pada 51,01% - 67,04%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Muhammad et al., 2018) semakin tinggi kadar karbon terikat, maka kualitas briket arang tersebut semakin baik. Nilai karbon tertinggi diperoleh pada perlakuan ukuran partikel 30 mesh dan persentase perekat 40% yaitu sebesar 67,04%. Sedangkan nilai karbon terikat terendah diperoleh pada perlakuan

Tabel 5. Nilai laju pembakaran briket kulit kopi

Perlakuan Variasi Ukuran Partikel (S)	Perlakuan Persentase Perekat (L)		
	L1 (30%)	L2 (35%)	L3 (40%)
S1 (30 Mesh)	0,038bc	0,037bc	0,052d
S2 (40 Mesh)	0,043c	0,039bc	0,035abc
S3 (60 Mesh)	0,028a	0,035abc	0,031ab

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan nilai perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$).

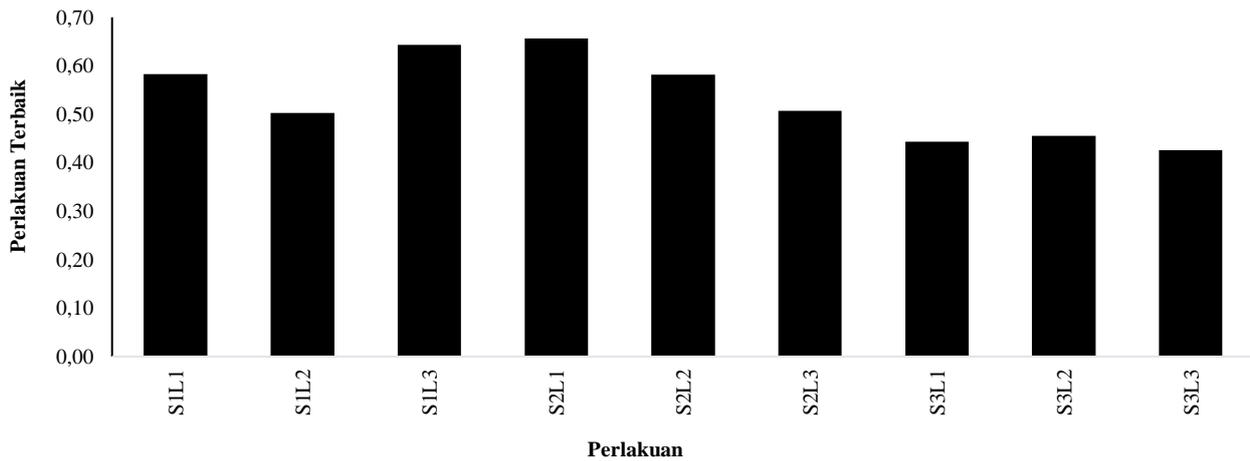
Kulit kopi memiliki banyak kadar selulosa ataupun hemiselulosa yang memiliki skor karbon yang besar yang diikat dalam karbonisasi melalui serbuk kayu. (Budiawan et al., 2014). Riset yang diadakan (Putra et al., 2013) menjelaskan kandungan karbon terikat dinyatakan sebagai salah satunya parameter yang dipakai dalam penentuan mutu briket, yang mana makin tinggi kandungan karbon terikat dengan demikian makin bagus pula mutu briket yang diciptakan, dikarenakan kandungan karbon tinggi nantinya menciptakan briket yang mempunyai asam minimal dalam penggunaannya. Kemudian, makin besar kandungan karbon terikat dengan demikian skor karbonnya yang diciptakan nantinya makin besar. Menurut Standar Nasional Indonesia (2000),

ukuran partikel 60 mesh dan persentase perekat 40% dengan nilai karbon terikat sebesar 51,01%. Setelah dilakukan uji lanjut, ditemukan perlakuan variasi ukuran partikel berpengaruh signifikan terhadap nilai karbon terikat. Pada ukuran partikel 60 mesh (S3) menghasilkan nilai tertinggi sebesar 65,37% dan berpengaruh berbeda nyata ($P > 0,05$) pada perlakuan lainnya.

standar mutu karbon terikat briket arang minimal 77%, dengan standar ini memberi tanda bahwasannya skor karbon terikat yang didapat pada penelitian ini belum memenuhi standar mutu yang sudah ditetapkan.

Perlakuan Terbaik

Penentuan kelakuan paling baik memakai cara atau metode *multiple attribute* (Zeleny, 1992). Parameter yang digunakan adalah kadar air, kadar abu, kuat tekan, kerapatan massa, *volatile matter*, karbon terikat, laju pembakaran. Penentuan perlakuan terbaik berdasarkan perlakuan yang mempunyai nilai L1, L2 dan L ∞ dengan nilai minimal. Berdasarkan hasil perhitungan bisa diamati melalui **Gambar 8** dan **Tabel 6**.



Gambar 8. Hasil analisis perlakuan terbaik

Tabel 6. Nilai hasil perlakuan terbaik

Perlakuan	L1	L2	L_{∞}	Jumlah	Ranking
S1L1	0,24	0,24	0,10	0,58	7
S1L2	0,21	0,21	0,09	0,50	4
S1L3	0,28	0,28	0,08	0,64	8
S2L1	0,29	0,29	0,07	0,66	9
S2L2	0,26	0,26	0,07	0,58	6
S2L3	0,22	0,22	0,06	0,51	5
S3L1	0,19	0,19	0,07	0,44	2
S3L2	0,19	0,19	0,08	0,46	3
S3L3	0,17	0,17	0,08	0,43	1

Ranking perlakuan terbaik diurutkan berdasarkan jumlah dengan nilai paling kecil. Berdasarkan hasil analisis pada **Gambar 8** dan **Tabel 6**, perlakuan terbaik dalam penelitian ini adalah perlakuan ukuran partikel 60 mesh dan persentase perekat 40% (S3L3).

KESIMPULAN

Hasil riset menunjukkan bahwa interaksi antara ukuran partikel dan persentase perekat briket kulit kopi memberi kontribusi signifikan kepada parameter kadar air, kadar abu, laju pembakaran, kerapatan massa, dan berpengaruh signifikan terhadap perlakuan ukuran partikel untuk parameter *volatile matter* kemudian perlakuan ukuran partikel dan persentase perekat untuk parameter kuat tekan dan perlakuan ukuran partikel untuk parameter nilai karbon terikat. Perlakuan briket dengan ukuran partikel 60 mesh dan persentase perekat 40% (S3L3) merupakan perlakuan yang menghasilkan briket dengan kualitas paling baik. Karakteristik dari briket hasil perlakuan S3L3 ini adalah memiliki kadar air sebesar 4,43%bb, kadar abu sebesar 4,69%, nilai kuat tekan sebesar 202,81 kgf/cm², kerapatan massa sebesar 0,64 g/cm³, nilai karbon terikat sebesar 51,01 %, dan laju pembakaran sebesar 0,032 gr/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Arni, Labania, H. MD., & Nismayanti, A. 2014. Studi Uji Karakteristik Fisis Briket Bioarang sebagai Sumber Energi Alternatif. *Online Jurnal of Natural Science*, 3(3).
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik Kopi Indonesia 2018*. Jakarta: Dewan Pers.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Kopi Indonesia. 2020*. Jakarta: Dewan Pers.
- Budiawan, L., Susilo, B., & Yusuf, H. 2014. Pembuatan Dan Karakterisasi Briket Bioarang Dengan Variasi Komposisi Kulit Kopi. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 2(2).
- Direktorat Perkebunan (Directorate General of Estate crop). 2020. *Statistik Perkebunan Indonesia (Tree crop estate statistics of Indonesia)*. Directorate General of Estate Crop, 5504006.
- Eka Putri, R., & Andasuryani, A. 2017. Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2).
- Hendra, D. 2011. Pemanfaatan Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Untuk Bahan Baku Briket Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(2).
- Hendra, D., & Winarni, I. 2003. Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang Campuran Limbah Kayu

- Gergajian Dan Sabetan Kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 21(3), 211–226.
- Maryono, Sudding, & Rahmawati. 2013. Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Jurnal Chemica*, 14(1).
- Muhammad, D. R. A., Parnanto, N. H. R., & Widadie, F. 2018. Kajian Peningkatan Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Dengan Alat Pengering Tipe RAK Berbahan Bakar Biomassa. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 6(1).
- Nodali, N. 2009. Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu Yang Dihasilkan. Universitas Sumatera Utara, 100.
- Priyanto, A., Hantarum, H., & Sudarno, S. 2018. Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Briket Terhadap Kerapatan, Kadar Air dan Laju Pembakaran Pada Briket Kayu Sengon. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 0(0), 541–546.
- Putra, H. P., Mokodompit, M., & Kuntari, A. P. 2013. Studi Karakteristik Briket Berbahan Dasar Limbah Bambu Dengan Menggunakan Perekat Nasi. *Jurnal Teknoogi*, 6(2).
- Ritzada, I. P. D. P., Yulianti, N. L., & Gunadnya, I. B. P. 2021. Karakteristik Briket Biomassa dengan Variasi Geometri dan Jenis Bahan Baku yang Berbeda. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 9(2).
- Smith, H., & Idrus, S. 2017. Pengaruh Penggunaan Perekat Sagu dan Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Dari Biomassa Limbah Penyulingan Minyak Kayu Putih Di Maluku. *Majalah Biam*, 13(2).
- Sudiro, & Suroto, S. 2014. Pengaruh Komposisi dan Ukuran Serbuk Briket yang Terbuat dari Batubara dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta*, 2(2).
- Suryaningsih, S., Anggraeni, P. M., & Nurhilal, O. 2019. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Termal Dan Mekanik Briket Campuran Arang Sekam Padi Dan Kulit Kopi. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 9(2).
- Sutrisno, Anggono, W., Suprianto, F. D., Kasrun, A. W., & Siahaan, I. H. 2017. The effects of particle size and pressure on the combustion characteristics of cerbera manghasleaf briquettes. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(4).
- Taulbee, D., Patil, D. P., Honaker, R. Q., & Parekh, B. K. 2009. Briquetting of coal fines and sawdust part I: Binder and briquetting-parameters evaluations. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*, 29(1).
- Triono, A. 2006. Karakteristik briket arang dari campuran serbuk gergaji kayu Afrika (*Maesopsis eminii* Engl) dan sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) dengan penambahan tempurung kelapa (*Cocos nucifera* L.), 10(2).
- Utami, L.G.G.G.M., Yulianti, N. L., & Wirawan, I.P.S. 2022. Karakteristik Briket Berbahan Baku Kulit Kopi dengan Variasi Suhu dan Lama Waktu Pengarangan yang Berbeda. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*.
- Wijaya AK, A. A., Yulianti, N. L., & Putu Gunadnya, I. B. 2021. Karakteristik Briket Biomassa dari Variasi Bahan Baku dan Persentase Perekat yang Berbeda. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 9(2).