

## KARAKTERISASI KUALITAS BIOBRIKET CAMPURAN TEMPURUNG KELAPA DAN SEKAM PADI DENGAN VARIASI PEREKAT DAN UKURAN SERBUK

*Characterization of Biobriquet Quality from Coconut Shell and Rice Husk Mixed  
with Variations of Adhesive and Powder Size*

Reta Dewi Listiowati<sup>1</sup>, Ropiudin<sup>1,\*</sup>, Abdul Mukhlis Ritonga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

\*E-mail: [ropiudin@unsoed.ac.id](mailto:ropiudin@unsoed.ac.id)

DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2022.3.2.7125>

Naskah ini diterima pada 31 Oktober 2022; revisi pada 27 November 2022;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 23 Desember 2022

### ABSTRAK

Biobriquet merupakan bahan bakar alternatif yang berwujud padat dan berasal dari limbah atau sisa-sisa bahan organik yang telah mengalami proses pemampatan dengan tekanan tertentu. Biobriquet ini merupakan biobriquet campuran tempurung kelapa dan sekam padi dengan variasi perekat serta variasi ukuran serbuk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar perekat tepung tapioka yang optimal dalam proses pembuatan biobriquet dari tempurung kelapa dan sekam padi, mengetahui pengaruh ukuran serbuk terhadap kualitas biobriquet yang dihasilkan dan mengetahui kombinasi terbaik antara kadar perekat dan ukuran serbuk untuk menghasilkan biobriquet. Pembuatan biobriquet menggunakan 30, 40 dan 50% perekat dengan ukuran serbuk sebesar 20, 40, 60 mesh. Metode rancangan percobaan dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap atau RAL dengan 2 faktor yaitu variasi perekat dan variasi ukuran serbuk. Analisis data dilakukan dengan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan DMRT. Hasil yang didapat yaitu, variasi perekat memberikan pengaruh tidak nyata laju pembakaran, sedangkan ukuran serbuk memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar air. Kadar Air yang didapat sekitar (3,2-6%) sudah memenuhi SNI, sedangkan kerapatan yang tidak memenuhi SNI yaitu biobriquet dengan ukuran serbuk 20 mesh.

**Kata kunci:** biobriquet, tempurung kelapa, sekam padi, perekat tapioka, ukuran serbuk

### ABSTRACT

*Biobriquette is an alternative fuel that is solid and comes from waste or the remnants of organic matter that has undergone a compression process with a certain pressure. This biobriquette is a mixture of coconut shell and rice husk biobriquettes with variations in adhesives and variations in powder sizes. The purpose of this study was to determine the optimal adhesive content of tapioca flour in the process of making biobriquettes from coconut shells and rice husks, to determine the effect of powder size on the quality of the resulting biobriquettes and to determine the best combination of adhesive content and powder size to produce biobriquettes. Making biobriquettes using 30, 40 and 50% adhesive with powder sizes of 20, 40, 60 mesh. The experimental design method was carried out by Completely Randomized Design or RAL with 2 factors, namely variations in adhesives and variations in powder sizes. Data analysis was performed by ANOVA test and continued with DMRT. The results obtained are, adhesive variations have no significant effect on the rate of combustion, while powder size has no significant effect on moisture content. The moisture content obtained is around (3.2-6%) which meets SNI, while the density that does not meet SNI is biobriquettes with a powder size of 20 mesh.*

**Keywords:** biobriquette, coconut shell, rice husk, tapioca adhesive, powder size

## PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil sudah menjadi bahan bakar yang biasa digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi, sedangkan para penggunanya terkadang tidak memikirkan bahwa sumber energi tersebut tidak bisa diperbaharui dan energi ini suatu saat akan habis. Harga bahan bakar dunia yang meningkat berdampak juga pada harga BBM dalam negeri, termasuk minyak tanah. Minyak tanah yang sudah semakin jarang ditemui tidak lagi menjadi salah satu bahan utama yang digunakan untuk keperluan masak atau kebutuhan sehari-hari. Selama ini pemerintah memberikan subsidi pada harga BBM. Namun, seiring dengan meningkatnya harga minyak tanah karena kelangkaannya, maka beban pemerintah semakin besar sehingga subsidi ditiadakan.

Naiknya harga BBM dan gas elpiji memberi dampak yang sangat mengkhawatirkan bagi masyarakat yang berekonomi lemah dan masyarakat menengah kebawah, tidak hanya itu, masyarakat menengah keatas pun akan merasakan dampak dari mahalnya BBM dan gas elpiji, lalu masyarakat pedesaan akan kembali pada pemanfaatan kayu karena dapat diperbaharui (renewable) sebagai sumber bahan bakar. Jika hal tersebut berlangsung lama akan mengakibatkan masalah baru bagi lingkungan yaitu penebangan hutan secara liar. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan adanya energi terbarukan yaitu biobriket. Biobriket merupakan energi alternatif yang berasal dari alam yaitu biomassa.

Indonesia merupakan negeri yang kaya akan sumber daya alamnya, biomassa dapat ditemui diberbagai daerah, biomassa juga merupakan sumber daya alam yang sangat penting dengan berbagai produk primer sebagai serat, kayu, minyak, bahan pangan, selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik juga diekspor dan menjadi andalan penghasil devisa negara. Biomassa mudah ditemukan dari berbagai aktivitas seperti aktivitas pertanian, peternakan, kehutanan, perkebunan, perikanan dan limbah lainnya.

Pohon kelapa adalah buah yang semua bagian dari akar sampai buahnya dapat dimanfaatkan, sebagai contoh air kelapa dapat langsung diminum dan bisa di dimanfaatkan sebagai obat, buah kelapa bisa di jadikan bumbu masakan, batok atau tempurung kelapa bisa di jadikan arang, dan daun kelapa dapat di digunakan untuk kerajinan seperti anyaman untuk tikar dan lain sebagainya. Limbah dari kelapa ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan energi alternatif. Pengembangan inovasi pemanfaatan tempurung kelapa dibuat untuk dijadikan karbon aktif yang dapat digunakan sebagai adsorben atau penjerab material pengotor yang terdapat dalam air (Nustini & Allwar, 2019).

Limbah tempurung kelapa juga dapat dijadikan briket arang batok kelapa yang menghasilkan panas lebih besar dibandingkan dengan briket batu bara. Selain itu, briket arang batok kelapa lebih aman, ramah terhadap lingkungan, dikarenakan tidak menimbulkan asap. Kedutaan Besar Republik Indonesia (2020) menyatakan bahwa kualitas mutu produk briket arang batok kelapa Indonesia telah melalui beberapa uji laboratorium dan dinyatakan lulus untuk beredar di pasar Mesir, sehingga briket batok arang ini sukses merambah pasar internasional, hal ini dibuktikan dari data biro statistik Mesir (Capmas) periode Januari - November 2019 briket arang Indonesia yang mengalami peningkatan sebesar 43,48% atau naik sebesar USD 1,13 juta. Tanggal 15 Februari 2020, penetrasi produk Indonesia melalui briket arang batok kelapa kembali bukukan peningkatan transaksi ekspor dengan ditandatanganinya kontrak dagang antara Indonesia dan Mesir.

Tirono & Sabit (2011) menyatakan bahwa tempurung kelapa terletak dibagian dalam kelapa setelah sabut, dan merupakan lapisan yang keras dengan ketebalan 3-5 mm. Tempurung kelapa termasuk golongan kayu keras, dengan kadar air sekitar sembilan sampai sepuluh persen (dihitung berdasarkan berat kering).

Sekam padi adalah lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan (Handayani *et al.*, 2015). Ketika proses penggilingan beras, sekam terpisah dari butir-bulir beras dan menjadi limbah penggilingan yang langsung terbuang ke gudang tempat penampungan sekam (Yahya, 2017). Sekam padi

dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar (Patabang, 2012).

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2020) melalui Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian (BB Pascapanen) berhasil mengembangkan produk silika ( $\text{SiO}_2$ ) berukuran nanometer dari sekam padi atau dikenal nanobiosilika. Peneliti nanobiosilika BB Pascapanen mengatakan teknologi proses yang dikembangkan mampu menghasilkan produk nanobiosilika dengan kandungan  $\text{SiO}_2$  hingga 97-99 persen dengan luas permukaan spesifik lebih dari 200  $\text{m}^2/\text{g}$ . Sekam padi dapat dikembangkan menjadi nanobiosilika yang mampu meningkatkan kinerja eco-friendly sneakers yang unik (Utomo, 2014).

Selain itu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan baku biobriket. Maka dari itu, pada penelitian ini, saya akan membuat biobriket dan bahan baku yang digunakan pada pembuatan biobriket adalah campuran tempurung dan sekam padi.

Perekat pada pembuatan biobriket merupakan bahan yang penting karena tanpa perekat, briket tidak akan terbentuk (Ismayana & Afriyanto, 2011). Perekat sendiri berfungsi untuk menyatukan atau merekatkan butir-butir arang tempurung dan sekam padi serta dengan perekat briket mudah dibentuk (Lestari *et al.*, 2010). Sehingga pada penelitian ini, perekat yang digunakan adalah perekat tepung tapioka. Menurut Ropiudin dan Syska (2022), keunggulan perekat tepung tapioka yaitu mudah ditemukan dipasaran atau toko, harganya murah dan mudah dibuat. Tepung tapioka mempengaruhi kualitas briket ketika briket dinyalakan atau dibakar (Maryono dan Rahmawati, 2013). Perekat tapioka memiliki kandungan air lebih sedikit dibanding perekat sagu. Tak hanya itu, kelebihan tepung tapioka sebagai perekat meningkatkan kualitas dari briket seperti kandungan kadar air dan kadar abu yang rendah maka dari itu tapioka sangat baik dijadikan sebagai bahan perekat untuk briket. Ditambahkan oleh Ropiudin dan Syska (2022), bahwa perekat berpengaruh besar pada kualitas briket yang dihasilkan. Apabila komposisi perekat yang digunakan tidak sesuai dengan komposisi biomassa maka briket yang dihasilkan setelah pencetakan akan terlalu kering dan mudah hancur (Harlina *et al.*, 2021).

Selain komposisi perekat, variasi ukuran serbuk juga memberikan pengaruh yang besar. Variasi ukuran serbuk didapat dengan menyaring serbuk arang tempurung kelapa dan sekam padi menggunakan saringan dengan ukuran tertentu. Dalam penelitian ini, saringan yang digunakan berukuran 20, 40 dan 60 mesh. Ukuran partikel sangat mempengaruhi kerapatan biobriket. Semakin besar ukuran partikel maka semakin besar pula pori-pori briket karena ketika briket dicetak, pori-pori briket akan terisi oleh air yang berasal dari perekat. Ukuran partikel yang semakin kecil memiliki densitas yang lebih tinggi, sehingga semakin besar area kontak dengan udara yang mampu mengikat air, penyerapan air pada arang terjadi setelah proses pirolisis selesai.

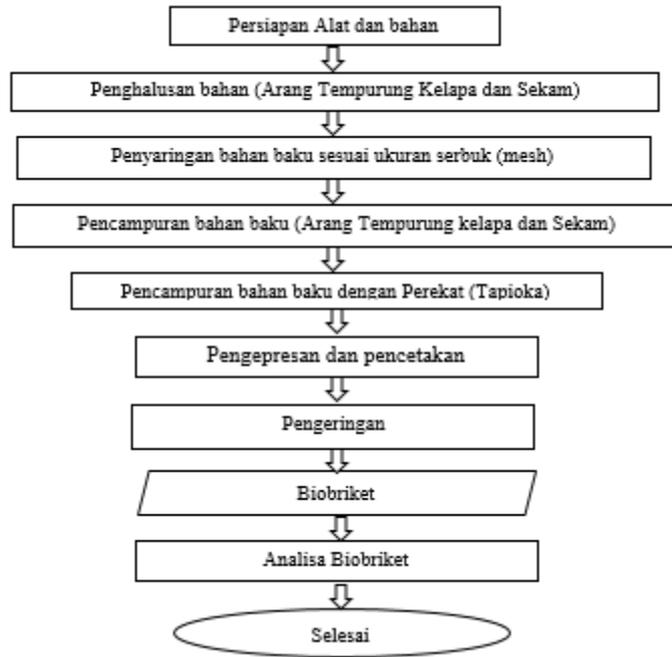
Tujuan penelitian ini yaitu: (1) mengetahui kadar perekat tepung tapioka yang optimal dalam proses pembuatan biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi, (2) mengetahui pengaruh ukuran serbuk terhadap kualitas biobriket yang dihasilkan, dan (3) mengetahui kombinasi terbaik antara kadar perekat dan ukuran serbuk untuk menghasilkan biobriket.

## METODE PENELITIAN

### A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu: tempurung kelapa, sekam padi, dan tepung tapioka. Alat yang digunakan terdiri atas: oven, alat pengarangan dna pirolisis, saringan dengan ukuran 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh, timbangan, loyang, stopwatch, pengaduk. alat kempa hidrolik briket arang, jangka sorong, capitan besi, cawan, tanur, dan desikator.

**B. Prosedur Penelitian**



Gambar 1. Prosedur penelitian

**C. Rancangan Percobaan**

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor yaitu komposisi perekat dan ukuran saringan. Pengeringan dilakukan menggunakan oven dengan suhu 125<sup>0</sup>C selama 6 jam. Komposisi pada pembuatan perekat, perbandingan tepung tapioka dan air sebanyak 1 : 10 (Pane *et al.*, 2015). Terdapat 3 taraf variasi komposisi dan ukuran serbuk dalam penelitian ini sehingga menghasilkan 9 sampel briket dan setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan sehingga diperoleh briket sebanyak 27 sampel.

1. Variasi perekat (P): P1 = 30% m/m  
P2 = 40% m/m  
P3 = 50% m/m
2. Ukuran serbuk (S): S1 = 20 mesh  
S2 = 40 mesh  
S3 = 60 mesh

**D. Analisis Data**

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji ANOVA. Anova merupakan singkatan dari “analysis of varian“. Analysis of Variation adalah salah satu uji komparatif yang digunakan untuk menguji perbedaan mean (rata-rata) data lebih dari dua kelompok. Apabila perlakuan memberikan pengaruh nyata atau sangat nyata terhadap variabel maka dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%.

**E. Variabel Pengukuran**

Variabel pengukuran yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

### 1. Kadar Air

Kadar air ditentukan dengan cara ditimbang berat kosong cawan ( $m_1$ ), kemudian dimasukkan sample ke dalam cawan ( $m_2$ ). Setelah itu dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 24 jam. Selanjutnya sampel didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan timbang beratnya ( $m_3$ ). Persamaan menghitung kadar air Hutagalung *et al.* (2017):

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

$m_1$  = Berat Wadah

$m_2$  = Berat wadah + sampel

$m_3$  = Berat wadah + sampel (setelah dioven)

### 2. Kadar Abu

Kadar abu ditentukan dengan cara ditimbang berat kosong cawan (a), kemudian dimasukkan sample ke dalam cawan (b). Setelah itu dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 500-600 °C selama 4 jam sampai terbentuk abu. Selanjutnya contoh didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan timbang beratnya (c). Persamaan menghitung kadar abu (Fadhili& Ansosry, 2019):

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

Dimana :

a = berat cawan

b = berat sampel (sebelum ditanur)

c = berat cawan + sampel (setelah ditanur)

### 3. Volatile matter

*Volatile matter* ditentukan dengan cara ditimbang berat kosong cawan ( $m_1$ ), kemudian dimasukkan sample ke dalam cawan ( $m_2$ ). Setelah itu dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 900 °C selama 4 jam. Selanjutnya contoh didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan timbang beratnya ( $m_3$ ). Rumus *volatile matter* (Hutagalung, 2017) :

$$\text{Volatile Matter (\%)} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana:

$m_1$  = Berat Wadah

$m_2$  = Berat wadah + sampel

$m_3$  = Berat wadah + sampel (setelah ditanur)

### 4. Kerapatan

Tinggi rendahnya kerapatan briket arang sangat berpengaruh terhadap kualitas briket arang, terutama nilai kalor briket arang. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan arang penyusun briket tersebut. Perhitungan kerapatan (Siswanto, 2018):

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (4)$$

Dimana:

$\rho$  = Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ )

m = Bobot kering (g)

v = Volume ( $\text{cm}^3$ )

### 5. Laju Pembakaran

Menghitung lamanya waktu briket terbakar sampai menjadi abu, dengan membandingkan briket dengan kadar perekat dan variasi serbuk yang berbeda, briket manakah yang lama terbakar sampai menjadi abu. Perhitungan laju pembakaran (Siswanto, 2018):

$$\text{Laju pembakaran (g/menit)} = \frac{m}{t} \tag{5}$$

Dimana:

m = Massa briket (g)

t = waktu pembakaran (menit)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

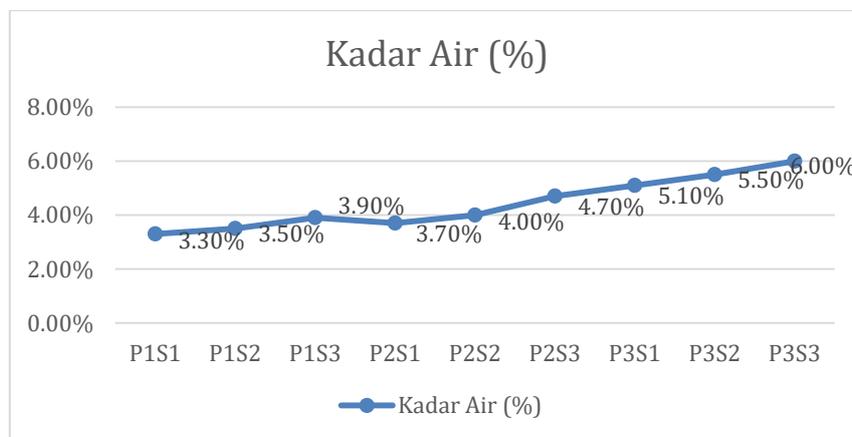
#### A. Kadar Air

Nilai rata-rata kadar air biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi yang telah diperoleh, disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai Rata-Rata Kadar Air Biobriket Tempurung Kelapa dan Sekam Padi.

Kombinasi Perlakuan	Ulangan (%)			Total (%)	Rataan (%bb)
	1	2	3		
P1S1	3,40	3,20	3,00	9,60	3,20
P1S2	3,60	3,40	3,60	10,60	3,50
P1S3	4,00	3,80	3,80	11,60	3,90
P2S1	3,60	4,20	3,40	11,20	3,70
P2S2	3,80	4,60	3,60	12,00	4,00
P2S3	5,20	4,80	4,00	14,00	4,70
P3S1	6,20	5,60	3,60	15,40	5,10
P3S2	6,80	5,80	4,00	16,60	5,50
P3S3	7,00	6,40	4,60	18,00	6,00
Total	43,60	41,80	33,60	119,00	39,67
Rata-rata	4,84	4,64	3,73		

Hasil rata-rata kadar air yang terkandung berkisar antara 3,2% - 6%, sedangkan kadar air maksimal pada biobriket adalah 8%, dengan kata lain biobriket ini sudah memenuhi standar SNI dan dipastikan memiliki kualitas yang baik. Analisis ragam kadar air biobriket tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa komposisi perekat (P) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kadar air biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi, sedangkan ukuran serbuk (S) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap nilai kadar air biobriket. Interaksi antara jumlah komposisi perekat dan ukuran serbuk (PxS) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar air biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi sehingga tidak ada uji lanjut atau DMRT.



Gambar 2. Kadar air biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi

Kadar air berperan besar dalam menentukan biobriket yang baik dan berkualitas. Semakin besar kadar air yang terkandung dalam biobriket, maka kualitasnya akan menurun karena biobriket yang mengandung kadar air yang tinggi akan mengakibatkan biobriket sulit terbakar. Menurut Sudiro (2014) ukuran serbuk atau partikel yang berukuran kecil memiliki densitas yang lebih tinggi sehingga kandungan air didalamnya tinggi karena air tidak dapat lolos dikarenakan rongga atau pori-pori antar partikel sangat kecil. Sebaliknya, ukuran partikel yang berukuran besar memiliki densitas yang rendah sehingga kandungan air didalamnya rendah karena air mudah lolos ketika proses pengeringan dikarenakan pori-pori antar partikelnya sangat besar. Sehingga briket dengan ukuran serbuk atau partikel dengan ukuran 20 mesh (S1) memiliki kadar air paling rendah dibandingkan dengan ukuran 40 mesh (S2) dan 60 mesh (S3).

Selain pengaruh ukuran serbuk, komposisi perekat juga mempengaruhi kadar air yang terkandung dalam biobriket (Saleh, 2013). Perekat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perekat tapioka. Amin (2017) menjelaskan bahwa pati dari tapioka memiliki sifat yang menguntungkan dalam pengolahan bahan pangan, kemurnian larutannya tinggi, kekuatan gel yang baik serta daya rekatnya yang tinggi sehingga tapioka banyak digunakan sebagai bahan perekat untuk biobriket maupun bahan perekat lain, selain itu komposisi yang terkandung dalam tapioka per 100 gr meliputi kadar air 9.105, karbohidrat 88.2%, protein 1.1%, lemak 0,5%, fosfor 125 mg, kalsium 84 mg, besi 1 mg (Mustafa, 2015). Komposisi perekat yang digunakan yaitu dalam penelitian ini yaitu 30%, 40% dan 50%. Hasil yang diperoleh yaitu briket dengan kandungan kadar air terendah adalah briket dengan komposisi 30% perekat, sebaliknya, kadar air tertinggi adalah briket dengan komposisi 50% perekat.

Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu, briket dengan kadar air terendah yaitu briket dengan ukuran serbuk atau partikel terbesar 20 mesh (S1) dengan komposisi perekat 30% (P1), kadar air yang terkandung adalah sebesar 3,2%. Briket dengan kadar air tertinggi yaitu briket dengan ukuran serbuk atau partikel terkecil 60 mesh (S3) dengan komposisi perekat 50% (P3), dan kadar air yang terkandung adalah sebesar 6,0%. Kadar air yang terkandung dalam briket campuran tempurung dan sekam padi ini telah memenuhi standar SNI dan layak untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

## B. Kadar Abu

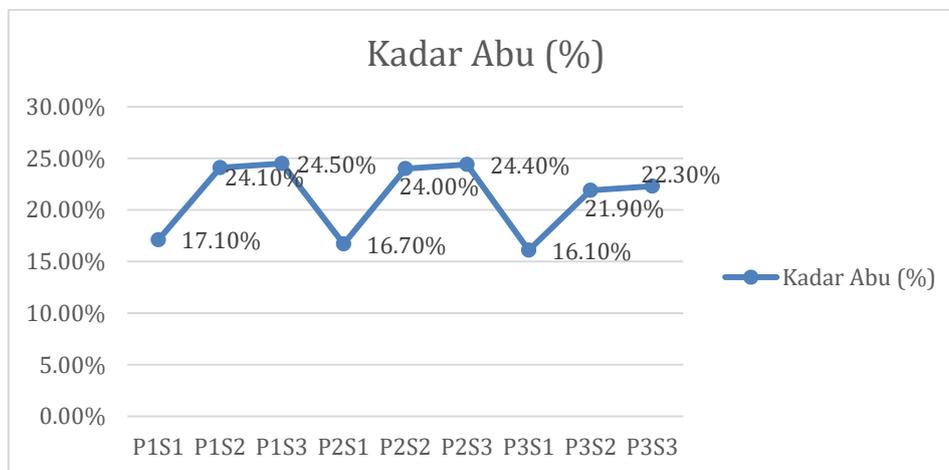
Nilai rata-rata kadar abu biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi yang telah diperoleh, disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Kadar Abu Biobriket Tempurung Kelapa dan Sekam Padi

Kombinasi Perlakuan	Ulangan (%)			Total (%)	Rataan (%)
	1	2	3		
P1S1	16,20	17,60	17,60	51,40	17,13
P1S2	24,20	23,20	24,80	72,20	24,07
P1S3	24,60	23,60	25,40	73,60	24,53
P2S1	16,40	16,00	17,60	50,00	16,67
P2S2	24,20	24,80	23,00	72,00	24,00
P2S3	24,60	25,00	23,60	73,20	24,40
P3S1	15,20	16,40	16,60	48,20	16,07
P3S2	24,20	19,20	22,20	65,60	21,87
P3S3	24,40	20,20	22,40	67,00	22,33
Total	194,00	186,00	193,20	573,20	191,07
Rata-rata	21,56	20,67	21,47		

Hasil analisis ragam kadar abu biobriket tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa komposisi perekat (P) memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kadar abu biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi dan (S) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kadar abu biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi.

Sedangkan interaksi antara jumlah komposisi perekat dan ukuran serbuk (PxS) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar abu biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi sehingga tidak ada uji lanjut atau DMRT.



Gambar 3. Kadar abu biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi

Iriany & Meliza (2016) menjelaskan bahwa abu merupakan zat-zat atau bagian yang tersisa dari hasil pembakaran briket arang. Silikat adalah salah satu unsur penyusun abu yang memiliki pengaruh kurang baik terhadap nilai kalor briket arang yang dihasilkan. Kadar abu yang tinggi menyebabkan menurunnya nilai kalor briket arang sehingga briket yang dihasilkan kualitasnya menurun.

Berdasarkan Tabel 2. hasil rata-rata kadar abu yang terkandung berkisar antara 17,13% - 22,33%. Sedangkan kadar abu maksimal pada biobriket adalah 8%, dengan kata lain biobriket ini belum memenuhi standar SNI, Inggris maupun Jepang. Terlihat jelas bahwa kadar abu briket memiliki kecenderungan menurun pada komposisi perekat yang semakin banyak dengan partikel serbuk yang semakin kecil. Hal ini dikarenakan ketika briket terbakar sampai menjadi abu, briket dengan ukuran serbuk yang lebih besar akan menghasilkan abu yang lebih banyak dari pada briket yang ukuran serbuknya lebih kecil. pada saat proses pembakaran briket yang ukuran serbuknya kecil akan mudah terbawa oleh angin dan abu nya akan sedikit dihasilkan (Iriany & Meliza, 2016).

Sudiro (2014) mengatakan bahwa besarnya kadar abu setelah bahan baku menjadi briket cenderung naik, hal ini dikarenakan ketika proses pirolisis massa air dan volatile matter bahan baku akan menguap sehingga mengurangi massa bahan baku, padahal massa abu yang terkandung pada bahan baku itu tidak berkurang sehingga kadar abu yang merupakan perbandingan massa abu dengan massa bahan akan naik. Tidak banyak yang bisa dilakukan secara maksimal agar kadar abu briket sesuai dengan standar, karena kadar abu yang dihasilkan tergantung dari bahan baku yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari kandungan kadar abu tempurung yaitu 11,99% dan kadar abu sekam padi yang tinggi yaitu 31,79% sehingga menghasilkan briket campuran tempurung kelapa dan sekam padi yang kandungan kadar abu nya tinggi. Komposisi perekat juga sangat mempengaruhi kadar abu briket.

Pada penelitian ini di peroleh bahwa, briket dengan kadar abu terendah yaitu briket dengan ukuran serbuk atau partikel terbesar 20 mesh (S1) dengan komposisi perekat 50% (P3), kadar abu yang terkandung adalah sebesar 16,07%. Briket dengan kadar abu tertinggi yaitu briket dengan ukuran serbuk atau partikel terkecil 60 mesh (S3) dengan komposisi perekat 30% (P1), dan kadar abu yang terkandung adalah sebesar 24,53%. Semakin kecil kadar abu maka kualitas briket akan semakin baik dan menghasilkan kalor yang tinggi pula.

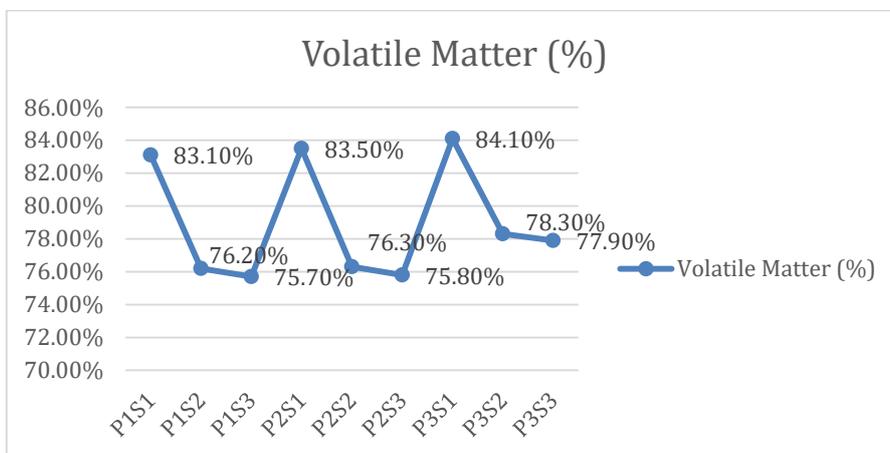
**3. Kadar zat mudah menguap (Volatile Matter)**

Nilai rata-rata volatile matter biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi yang telah diperoleh, disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Volatile Matter Tempurung Kelapa dan Sekam Padi

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Total (%)	Rataan (%)
	1	2	3		
P1S1	84,00	82,60	82,60	249,20	83,07
P1S2	76,20	77,00	75,40	228,60	76,20
P1S3	75,60	76,60	75,00	227,20	75,73
P2S1	83,80	84,20	82,60	250,60	83,53
P2S2	76,00	75,60	77,20	228,80	76,27
P2S3	75,60	75,20	76,60	227,40	75,80
P3S1	85,00	83,80	83,60	252,40	84,13
P3S2	76,00	81,00	78,00	235,00	78,33
P3S3	75,80	80,00	77,80	233,60	77,87
Total	708,00	716,00	708,80	2132,80	710,93
Rata-rata	78,67	79,56	78,76		

Hasil analisis ragam volatile matter biobriket tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa komposisi perekat (P) memberikan pengaruh yang nyata terhadap volatile matter biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi. dan ukuran serbuk (S) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap volatile matter biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi. Sedangkan interaksi antara jumlah komposisi perekat dan ukuran serbuk (PxS) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap volatile matter biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi sehingga tidak ada uji lanjut atau DMRT.



Gambar 4. Volatile matter biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi

Sudiro (2014) menjelaskan bahwa zat mudah menguap (volatile matter) yang terkandung dalam briket adalah zat-zat selain air, abu dan karbon. Zat mudah menguap terdiri dari atas unsur hidrokarbon, metana dan karbon monoksida. Sedangkan menurut Yuliah *et al.* (2017) volatile matter pada umumnya terdiri dari methane, hydrocarbons, hydrogen dan carbon monoxide, dan gas yang tidak mudah terbakar seperti carbon dioxide dan nitrogen, dapat dikatakan bahwa volatile matter memudahkan proses pembakaran briket ataupun sebaliknya yaitu tergantung pada komposisi zat yang tidak dapat terbakar yang terkandung didalam briket (Masthura, 2019).

Hasil rata-rata volatile matter yang terkandung berkisar antara 83,07% - 84,13%. Sedangkan volatile matter maksimal pada biobriket adalah 15%, dengan kata lain biobriket ini

sangat jauh dari target memenuhi standar SNI, Inggris maupun Jepang. Hal ini dapat dipengaruhi oleh perlakuan seperti variasi komposisi perekat, variasi ukuran serbuk, dan bahan baku yang digunakan untuk pembuatan briket, dalam penelitian ini bahan yang digunakan yaitu tempurung kelapa dan sekam padi.

Dapat dilihat pada Tabel 3, tampak jelas bahwa semakin tinggi kadar perekat tapioka semakin besar nilai volatile matter yang dikandungnya dan kandungan zat-zat tersebut semakin bertambah. Dengan adanya data diatas dapat dikatakan bahwa komposisi perekat berpengaruh nyata pada penelitian ini. Kadar volatile matter cenderung semakin menurun pada ukuran serbuk yang semakin kecil, namun meningkat pada komposisi perekat yang semakin banyak komposisinya.

Besarnya kadar volatile matter juga dipengaruhi oleh ukuran serbuk atau partikel briket, yaitu semakin kecil serbuk suatu briket maka volatile matter pada briket akan semakin kecil, karena semakin kecil ukuran serbuk briket maka kandungan briket yang menguap akan semakin sedikit pula. Kadar volatile matter yang naik atau menurun juga dapat disebabkan oleh bahan baku yaitu tempurung kelapa yang mengandung zat-zat yang mudah menguap. Tidak hanya itu, kandungan zat menguap yang tinggi menyebabkan banyaknya asap yang muncul pada saat briket dinyalakan (Iriany & Meliza, 2016).

Bukan hanya tempurung kelapa yang memiliki kadar volatile matter yang tinggi, tetapi sekam juga memiliki kadar volatile yang tinggi meskipun tidak setinggi tempurung kelapa. Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian Qistina *et al.* (2016), kadar volatile matter yang terdapat dalam tempurung sebesar 67,01% dan sekam padi sebesar 52,23%. Pane *et al.* (2015) menjelaskan bahwa perbedaan jenis bahan baku yang digunakan untuk briket berpengaruh nyata terhadap kadar volatile matter briket arang sehingga tinggi rendahnya kadar volatil matter yang terkandung dalam briket yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis bahan baku briket itu sendiri.

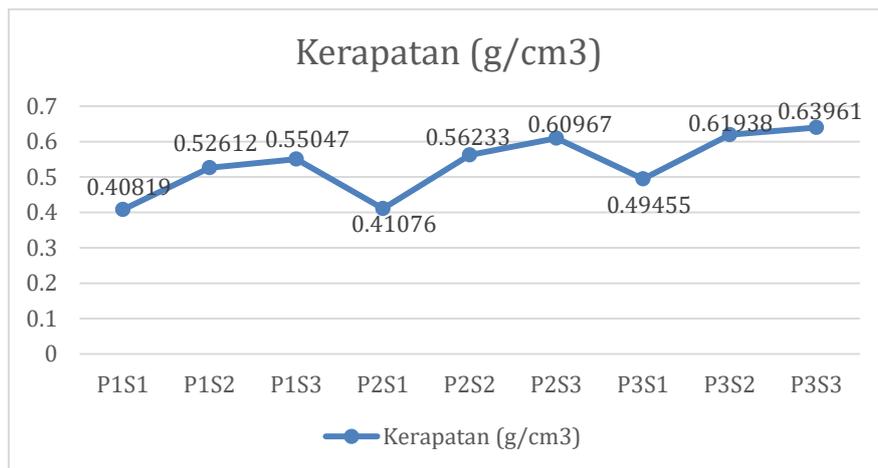
Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah briket dengan kadar volatile matter terendah yaitu briket dengan ukuran serbuk atau partikel terbesar 60 mesh (S3) dengan komposisi perekat 30% (P1), kadar abu yang terkandung adalah sebesar 75,73%. Briket dengan kadar abu tertinggi yaitu briket dengan ukuran serbuk atau partikel terbesar 20 mesh (S1) dengan komposisi perekat 50% (P3), dan kadar abu yang terkandung adalah sebesar 84,13%. Briket yang bagus memiliki kadar volatile matter yang rendah karena tidak akan menimbulkan asap, dengan kata lain biobriket ini sangat jauh dari target memenuhi standar SNI, Inggris maupun Jepang.

#### 4. Kerapatan

Nilai rata-rata kerapatan biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi yang telah diperoleh, disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Kerapatan Biobriket Tempurung Kelapa dan Sekam Padi

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Total (g/cm <sup>3</sup> )	Rataan (g/cm <sup>3</sup> )
	1	2	3		
P1S1	0,377	0,394	0,454	1,225	0,4082
P1S2	0,476	0,558	0,544	1,578	0,5261
P1S3	0,513	0,581	0,557	1,651	0,5505
P2S1	0,402	0,426	0,404	1,232	0,4108
P2S2	0,619	0,608	0,461	1,687	0,5623
P2S3	0,636	0,638	0,555	1,829	0,6097
P3S1	0,480	0,476	0,528	1,484	0,4945
P3S2	0,653	0,638	0,567	1,858	0,6194
P3S3	0,668	0,657	0,593	1,919	0,6396
Total	4,824	4,976	4,663	14,463	4,821
Rata-rata	0,5360	0,5529	0,5181		



Gambar 5. Kerapatan biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi

Hasil analisis ragam kerapatan biobriket tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa komposisi perekat (P) dan ukuran serbuk (S) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kerapatan biobriket, sedangkan interaksi antara komposisi perekat dan ukuran serbuk (PxS) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kerapatan biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi sehingga tidak dilakukan uji lanjut atau DMRT. Saringan yang digunakan adalah ukuran 20 mesh (S1), 40 mesh (S2), dan 60 mesh (S3) sehingga menghasilkan serbuk yang bervariasi dengan komposisi perekat tapioka atau kanji sebanyak 30% (P1), 40% (P2), dan 50% (P3).

Kerapatan ini sangat penting dalam menentukan biobriket yang baik dan berkualitas. Semakin besar nilai kerapatan biobriket, maka bentuk briket akan semakin kokoh dan tidak mudah hancur serta memiliki kualitas yang baik sehingga ketika dinyalakan akan menghasilkan api dan panas yang baik. Sudiro (2014) mengatakan bahwa Ukuran partikel sangat mempengaruhi kerapatan biobriket. Semakin besar ukuran partikel maka semakin besar pori-pori briket karena ketika briket dicetak, pori-pori briket terisi oleh air yang berasal dari perekat. Ketika briket dikeringkan, air yang mengisi pori-pori briket akan menguap dan terisi oleh udara sehingga hal ini menyebabkan bobot briket menjadi ringan oleh karena itu nilai kerapatannya akan semakin kecil. Sebaliknya, briket dengan ukuran partikel atau serbuk yang halus atau kecil memiliki pori-pori yang rapat oleh karena itu air yang terkandung lebih sedikit dan air yang menguap pun sedikit, sehingga bobot briket yang sudah dikeringkan menjadi lebih berat dan nilai kerapatannya pun lebih besar.

Menurut Smith & Idrus (2017) kenaikan kerapatan atau densitas pada biobriket dipengaruhi oleh penggunaan jumlah perekat sagu dan tapioka yang semakin tinggi pada pembuatan biobriket. Hasil rata-rata kerapatan berkisar antara 0,4082 – 0,6396 g/cm<sup>3</sup>, namun pada SNI tidak ditetapkan berapa nilai kerapatan suatu briket sehingga nilai kerapatan biobriket ini disesuaikan dengan standar Inggris karena sebagian besar sudah memenuhi standarnya yaitu minimal 0,48 g/cm<sup>3</sup>.

Nilai kerapatan tertinggi yaitu 0,6396 dengan komposisi perekat 50% (P3) dan ukuran serbuk 60 mesh (S3), sedangkan nilai kerapatan terendah yaitu 0,4082 dengan komposisi perekat 30% (P1) dan ukuran serbuk 20 mesh (S1). Briket dengan komposisi perekat 30% (P1) dan ukuran serbuk 20 mesh (S1) atau (P1S1) dan briket dengan komposisi perekat 40% (P2) dan ukuran serbuk 20 mesh (S1) atau (P2S2) belum memenuhi standar Inggris maupun Jepang dikarenakan nilai kerapatannya belum mencapai nilai standar. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu briket yang memiliki nilai kerapatan yang rendah, tidak menghasilkan api dan panas yang bagus, serta ketika dilakukan pembakaran, briket sedikit sulit dinyalakan karena bentuk briket mudah hancur.

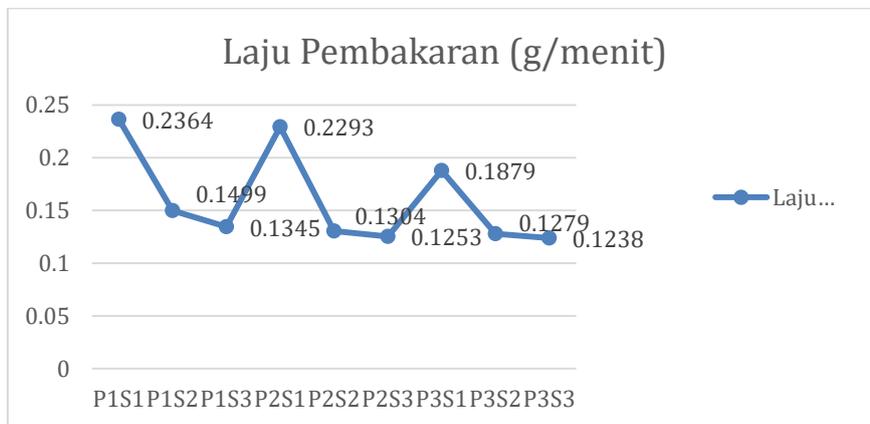
**5. Laju Pembakaran**

Nilai rata-rata kerapatan biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi yang telah diperoleh, disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Laju Pembakaran Biobriket Tempurung Kelapa dan Sekam Padi

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Total (g/menit)	Rataan (g/menit)
	1	2	3		
P1S1	0,1748	0,3141	0,2203	0,7092	0,2364
P1S2	0,1527	0,1315	0,1656	0,4498	0,1499
P1S3	0,1164	0,1303	0,1569	0,4036	0,1345
P2S1	0,2247	0,2476	0,2155	0,6878	0,2293
P2S2	0,1283	0,1368	0,1261	0,3912	0,1304
P2S3	0,1262	0,1263	0,1232	0,3757	0,1252
P3S1	0,2133	0,1403	0,21	0,5636	0,1879
P3S2	0,132	0,1311	0,1205	0,3836	0,1279
P3S3	0,1299	0,1227	0,1189	0,3715	0,1238
Total	1,3983	1,4807	1,4570	4,3360	1,4453
Rata-rata	0,1554	0,1645	0,1619		

Hasil analisis ragam laju pembakaran biobriket tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa komposisi perekat (P) memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap laju pembakaran biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi dan ukuran serbuk (S) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap laju pembakaran biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi. Sedangkan interaksi antara jumlah komposisi perekat dan ukuran serbuk (PxS) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap laju pembakaran biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi sehingga tidak ada uji lanjut atau DMRT.



Gambar 6. Laju pembakaran biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi

Menurut Iriany & Meliza (2016) kerapatan suatu briket mempengaruhi laju pembakaran suatu briket, sehingga semakin rapat pori-pori suatu briket maka laju pembakarannya akan semakin lama atau lama, sebab semakin rapat suatu briket maka rongga udaranya semakin kecil dan semakin sulit dilalui oleh oksigen ketika proses pembakaran berlangsung (Sudding, 2015). Semakin besar kuat tekan briket maka briket akan semakin sulit dibakar atau dinyalakan karena kekuatan tekan briket berpengaruh terhadap nyala briket. Briket yang sulit dinyalakan biasanya disebabkan oleh porositas yang semakin kecil sehingga celah briket sulit dimasuki oleh oksigen yang berada diudara. Laju pembakaran juga dipengaruhi oleh ukuran partikel, semakin besar ukuran partikel maka semakin cepat laju pembakaran briket (Auren *et al.*, 2017).

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini yaitu: jumlah kadar perekat dan ukuran serbuk yang optimal pada pembuatan biobriket campuran tempurung dan sekam padi sudah memenuhi standar kualitas yang ada, diantara lain: Kadar air (3,2-6,0%), sedangkan untuk kerapatan, hanya briket dengan ukuran partikel 20 mesh yang tidak memenuhi SNI. Ukuran serbuk memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi, namun ukuran serbuk tidak memberikan pengaruh nyata pada variabel kadar air biobriket campuran tempurung kelapa dan sekam padi. kombinasi terbaik yaitu kombinasi komposisi perekat 50% dan ukuran serbuk sebesar 60 mesh yang menghasilkan nilai kerapatan tertinggi sebesar 0,6396, kadar air sebesar 6% yang sudah memenuhi SNI, dan briket menghasilkan suhu yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A.Z. 2017. Pengaruh Variasi Jumlah Perekat Tepung Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa. Skripsi. Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Auren, C., Sutrisno, T., & Anggono, W. 2015. Pengaruh Komposisi, Ukuran Partikel, Serta Tekanan Limbah Biji Alpukat Dan Durian Terhadap Karakteristik Briket. Jurnal Mahasiswa Prodi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2020. Eco-Friendly Sneakers dari Limbah Sekam Padi. Publikasi Info Teknologi. (On-line), <http://www.litbang.pertanian.go.id/info-teknologi/4100/> diakses 14 Desember 2020
- Budi, E. 2011. Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar. Jurnal Penelitian Sains. 14(4B): 14406**
- Fadhili, M.A. & Ansosry. 2019. Analisis Perubahan Nilai Total Moisture, Ash Content dan Total Sulphur Terhadap Nilai Kalori Batubara Bb-50 di Tambang Banko Barat Pt. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. Jurnal Bina Tambang. 4(3): 54-64.
- Handayani, P. A., Nurjanah, E., & Rengga, W. D. P. 2015. Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. Jurnal Bahan Alam Terbarukan. JBAT 4(2): 55-59.
- Harlina, A.C., Ropiudin, & Ritonga, A.M. 2021. Pengaruh Kadar Perekat Molase dan Lama Pengeringan terhadap Proses Pembuatan Biobriket dari Tempurung Kelapa dan Sekam Padi. Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research, 2(2): 19-27.
- Hutagalung, S.C., Erwin, & Panggabean, A. S. 2017. Pembuatan Briket Arang Dengan Memanfaatkan Limbah Dari Tempurung Biji Ketapang (*Terminalia Catappa*) Dan Tempurung Biji Kemiri (*Aleurites Molucana* L. Willd.). Prosiding Seminar Nasional Kimia 2017. ISBN 978-602-50942-0-0
- Iriany, F.A.S.S. & Meliza. 2016. Pengaruh Perbandingan Tempurung Kelapa Dan Eceng Gondokserta Variasi Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket. Jurnal Teknik Kimia USU. Vol. 5, No. 3.
- Ismayana, A. & Afriyanto, M.R. 2011. Pengaruh Jenis dan Kadar Bahan Perekat Pada Pembuatan Briket Blotong sebagai Bahan Bakar Alternatif. J. Tek. Ind. Pert.21 (3) 2011, hal. 186-193.
- Kedutaan Besar Republik Indonesia. 2020. Ekspor Briket Arang Batok Kelapa Indonesia Kembali Bukukan Transaksi di Pasar Mesir. (On-line) <https://kemlu.go.id/cairo/id/news/4855/ekspor-briket-arang-batok-kelapa-indonesia-kembali-bukukan-transaksi-di-pasar-mesir> diakses 13 Desember 2020.
- Lestari, L., Aripin, Yanti, Zainudin, Sukmawati, & Marliani. 2010. Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung Yang Menggunakan Bahan Perekat Sagu Dan Kanji. Jurnal Aplikasi Fisika. 6(2) 93-96

- Maryono, S. & Rahmawati. 2013. Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Jurnal Chemica*. 14(1) 74-83
- Masthura. 2019. Analisis Fisis Dan Laju Pembakaran Briket Bioarang Dari Bahan Pelepah Pisang. *Jurnal of Islamic Science and Technologi*. 5(1) :58-66.
- Mustafa, A. 2015. Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa. *Jurnal Agrountek*. 9(2): 127-133
- Muzi, I. & Mulasari, S.A. 2014. Perbedaan Konsentrasi Perekat Antara Briketbioarang Tandan Kosong Sawit Dengan Briket Bioarang Tempurung Kelapa Terhadap Waktu Didih Air. Kesmas. 8(1): 1-10**
- Nustini, Y. & Allwar. 2019. Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Arang Tempurung Kelapa dan Granular Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kesejahteraan Desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*. e-ISSN: 2477- 0574; p-ISSN: 2477-3824 Vol. 04, Issue. 03
- Pane, J.P., Junary, E., & Herlina, N. 2015. Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Dan Penambahan Kapur Dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (Arenga Pinnata). *Jurnal Teknik Kimia*. 4(2): 32-38
- Patabang, D. 2012. Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi Dengan Variasi Bahan Perekat. *Jurnal Mekanikal*. 3(2): 286-292
- Qistina, I., Sukandar, D., & Trilaksono. 2016. Kajian Kualitas Briket Biomassa dari Sekam Padi dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*. 2(2): 136-142
- Ropiudin dan Syska, K. 2022. Analisis Kualitas Biobriket Karbonisasi Tempurung Kelapa dan Kulit Singkong dengan Perekat Tepung Singkong. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 3(1): 19-38.
- Saleh, A. 2013. Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Pada Biobriket Batang Jagung (*Zea Mays L.*). *Jurnal Teknosains*. 7(1): 78-89
- Siswanto, J.E. 2018. Analisa Nilai Kalor, Laju Pembakaran dan Berat Jenis Briket Sekam Padi Dengan Campuran Tempurung Kelapa Dan Serbuk Arang Kayu. *Jurnal Inovator*. 1(2): 10-13
- Smith, H. & Idrus, S. 2017. Pengaruh Penggunaan Perekat Sagu Dan Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Dari Biomassa Limbah Penyulingan Minyak Kayu Putih Di Maluku. *Ejurnal Majalah Biam*. 13(2): 21-32
- Sudding, J. 2015. Pengaruh Jumlah Perekat Kanji terhadap Lama Briket Terbakar menjadi Abu. *Jurnal Chemica*. 16(1): 27-36
- Sudiro, S.S. 2014. Pengaruh Komposisi Dan Ukuran Serbuk Briket Yang Terbuat Daribatubara Dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran. *Jurnal Sainstech*. 2(2) ISSN : 2355-5009
- Tirono, M. & Sabit, A. 2011. Efek Suhu Pada Proses Pengarangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa (Coconut Shell Charcoal). *Jurnal Neutrino*. 3 (2).
- Utomo, P. & Yunita I. 2014. Sintesis Zeolit dari Abu Sekam Padi Pada Temperatur Kamar. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Yahya, H. 2017. Kajian Beberapa Manfaat Sekam Padi Di Bidang Teknologi Lingkungan: Sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Pertanian Bagi Masyarakat Aceh Di Masa Akan Datang. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2017*. ISBN: 978-602-60401-3-8.
- Yuliah, Y., Suryaningsih, S., & Ulfi, K. 2017. Penentuan Kadar Air Hilang Dan Volatile Matter Pada Bio-Briket Dari Campuran Arang Sekam Padi Dan Batok Kelapa. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*. 1(1) 51-57.