

Pemanfaatan Limbah Pelepah Siwalan (*Borassus flabellifer*) menjadi Briket Bahan Bakar Tungku

Utilization of Waste Siwalan (Borassus flabellifer) into Briquettes for Furnace Fuel

I Wayan Roli Arta, I Putu Surya Wirawan *, Ni Luh Yulianti

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: suryawirawan@unud.ac.id

Abstrak

Pelepah siwalan adalah bahan berselulosa yang sesuai digunakan sebagai materi dasar untuk pembuatan briket. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan karakteristik briket dari arang pelepah siwalan dengan ukuran mesh dan persentase perekat yang berbeda serta memperoleh parameter perlakuan yang menghasilkan briket pelepah siwalan berkualitas paling baik. Dalam penelitian ini, digunakan desain eksperimen Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah variasi ukuran mesh yang terdiri dari 3 variasi mesh (S1: 60 mesh, S2: 80 mesh) dan faktor kedua adalah persentase perekat yang terdiri dari 5 variasi (M1: 30%, M2: 35%, M3: 40%, M4: 45%, M5: 50%). Dengan kombinasi rancangan eksperimen ini yang diulang dua kali, diperoleh sebanyak 20 sampel pengulangan. Parameter yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah jumlah kadar air, jumlah kadar abu, kuat tekan, kerapatan dan laju pembakaran. Hasil dari penelitian ini adalah ada interaksi yang signifikan antara ukuran partikel arang dan persentase perekat terhadap parameter-parameter seperti kadar air, kadar abu, kuat tekan, kerapatan, dan laju pembakaran. Perlakuan terbaik diperoleh pada penggunaan ukuran 80 mesh dan persentase perekat 50%, kadar air dengan nilai 6,66%, kadar abu dengan nilai 4,35%, kuat tekan sebesar 64,16 N, kerapatan massa dengan nilai 0,43 g/cm³ dan laju pembakaran dengan nilai 0,107gr/menit.

Kata Kunci: Arang, Briket, Pelepah Siwalan

Abstract

Palm tree fronds are a cellulose material that is suitable for use as a basic material for making briquettes. The aim of this research is to obtain the characteristics of briquettes from siwalan frond charcoal with different mesh sizes and adhesive percentages and to obtain treatment parameters that produce the best quality siwalan frond briquettes. In this research, a Randomized Group Design (RAK) experimental design was used with two factors. The first factor is the variation in mesh size which consists of 3 mesh variations (S1: 60 mesh, S2: 80 mesh) and the second factor is the adhesive percentage which consists of 5 variations (M1: 30%, M2: 35%, M3: 40%, M4: 45%, M5: 50%). By combining this experimental design which was repeated twice, 20 repetition samples were obtained. The parameters that are focused on in this research are the amount of water content, the amount of ash content, compressive strength, density and combustion rate. The results of this research are that there is a significant interaction between charcoal particle size and adhesive percentage on parameters such as water content, ash content, compressive strength, density and burning rate. The best treatment was obtained using 80 mesh size and an adhesive percentage of 50%, water content with a value of 6.66%, ash content with a value of 4.35%, compressive strength of 64.16 N, mass density with a value of 0.43 g/cm³ and combustion rate with a value of 0.107gr/minute.

Keywords: Charcoal, Briquettes, Siwalan Fronds

PENDAHULUAN

Di Indonesia, fokus utama dalam hal kebutuhan dan penggunaan energi adalah pada penggunaan bahan bakar minyak yang stoknya semakin menurun, sementara di sisi lain, ada sejumlah besar energi biomassa yang masih belum dimanfaatkan secara

efisien meskipun ketersediaannya melimpah (Patabang, 2012). Maka dari itu, upaya untuk menemukan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui (renewable), bersahabat dengan lingkungan, dan memiliki nilai ekonomi yang semakin meningkat (Lestari & Harahap, 2016). Terlebih lagi, pemanfaatan energi biomassa lebih

ekonomis karena bahan bakunya mudah ditemukan, ketersediaan melimpah, dan proses pengolahannya tidak memerlukan teknologi yang rumit (Mulyadi et al, 2021). Beberapa dari sekian limbah biomassa yang dapat dijumpai adalah pelepah siwalan, akan tetapi Pelepah siwalan masih belum dimanfaatkan secara optimal dan seringkali hanya dibuang begitu saja, yang mengakibatkan pencemaran pada lingkungan di sekitarnya. Limbah pertanian ini bisa dijadikan sebagai bahan baku untuk menghasilkan briket, yang memiliki berbagai aplikasi lebih luas sebagai bahan bakar alternatif yang dihasilkan secara buatan (Pane et al, 2015). Pelepah siwalan memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi sehingga sesuai dijadikan untuk bahan baku briket.

Briket bioarang adalah batangan-batangan atau bongkahan-bongkahan arang yang terbuat dari bahan yang bertekstur lunak (Setiawan et al., 2012). Bioarang adalah jenis arang yang dihasilkan dari berbagai sumber bahan organik atau biomassa seperti jerami, rumput, kayu, ranting, daun-daunan, kertas, dan berbagai jenis limbah pertanian, yang kemudian dapat dilakukan proses karbonisasi (Arni et al, 2014). Bioarang adalah hasil pembakaran biomassa kering dalam kondisi tanpa udara, yang dikenal sebagai proses pirolisis. Selama ini, pembuatan briket dilakukan dengan metode arang briket, yaitu suatu metode dimana bahan baku briket yang digunakan melalui proses pengarangan dengan menggunakan alat *furnace*. Metode ini dipilih karena pengaturan suhu dalam proses karbonisasi dapat diatur dengan menggunakan *furnace* (Faizal et al., 2014). Hasil penelitian Pane et al. (2015) menjelaskan bahwa nilai kadar abu dan kadar air dari metode arang briket yang dilakukan ini masih di dibawah SNI (Standar Indonesia, 01-6235-2000). Berdasarkan uraian tersebut perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan briket dari arang pelepah siwalan dengan ukuran mesh dan persentase perekat yang berbeda serta memperoleh parameter perlakuan yang menghasilkan briket pelepah siwalan berkualitas paling baik.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret-Juli 2023 di Laboratorium Pascapanen dan Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Univeritas Udayana.

Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk mendukung dan memperlancar jalannya penelitian yaitu alat *furnace*, ayakan ukuran 60 mesh, 80 mesh dan 100 mesh, cawan porseling, cawan aluminium, alat tumbuk kayu, timbangan analitik (Model *Shimadzu*, Jepang), cetakan briket, alat kempa (alat press ban), alat tulis, buku catatan, dan laptop. Bahan yang dipergunakan pada penelitian ini yaitu pelepah siwalan dengan tambahan bahan perekat berupa tepung tapioka dan air.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pemilihan dan pengumpulan pelepah siwalan, Pelepah siwalan diambil di desa seraya, karangasem. Kemudian pelepah siwalan dikarbonisasi dalam alat *furnace* bersuhu 300°C dengan waktu 1 jam. Bahan baku yang telah diubah menjadi bentuk serbuk kemudian disaring menggunakan ayakan dengan ukuran 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh. Selanjutnya pembuatan perekat menggunakan tepung tapioka dan air dengan perbandingan 1:10. Pencampuran serbuk arang dan perekat dengan persentase perekat 30%, 35%, 40%, 45% dan 50%. Kemudian, briket dicetak menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan volume 18 cm³ yang memiliki jari-jari 1,7 cm dan tinggi 2 cm. Setelah itu, briket dikeluarkan dari cetakan dan dibiarkan terkena udara terbuka selama 24 jam, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam. Kemudian briket diuji karakteristiknya yaitu kadar air, kadar abu, kerapatan massa, kuat tekan dan laju pembakaran.

Tabel 1. Standar Mutu Arang Briket

Standar Nasional Indonesia	Syarat Mutu
Kadar Air	≤ 8%
Kadar Abu	≤ 8%
Kuat Tekanan	≥ 65 kgf/cm ²
Kerapatan Massa	≥ 0.44 g/cm ³
Nilai Karbon Terikat	≥ 77%

Sumber: (Sandarisasi Nasional Indonesia No. 01-6235-2000)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

Perlakuan diulang sebanyak 2 kali dan didapatkan 20 data pengamatan. Data ini akan dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA), dan jika terdapat perbedaan signifikan, maka uji Duncan akan digunakan untuk membandingkan rata-rata antar perlakuan. Perlakuan yang menghasilkan laju pembakaran terendah akan dipilih sebagai perlakuan terbaik.

Kadar air

Hasil analisis ragam mengindikasikan bahwa adanya pengaruh signifikan ($P>0,05$) dari interaksi antara perlakuan ukuran mesh dan persentase perekat terhadap kadar air briket berbahan pelepah siwalan. Nilai kadar air briket berbahan dasar pelepah siwalan berkisar antara 0,52-6,66% yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai kadar air briket pelepah siwalan

Ukuran Mesh (S)	Perlakuan Persentase Perekat (M)				
	M1 (30%)	M2 (35%)	M3 (40%)	M4 (45%)	M5 (50%)
S1 (60)	1,52 ^d	0,57 ^d	0,77 ^d	1,70 ^d	0,52 ^d
S2 (80)	5,60 ^{ab}	5,28 ^b	4,15 ^c	5,63 ^{ab}	6,66 ^a

Keterangan: Jika terdapat huruf yang berbeda yang muncul di belakang nilai rata-rata, itu menandakan adanya pengaruh yang signifikan ($P>0,05$)

Kadar air merupakan suatu parameter yang diperlukan guna menentukan kualitas briket yang diperoleh. Kandungan air dalam briket bisa mempengaruhi pemakaian saat digunakan sebagai sumber energi. Ketika kandungan air tinggi, ini dapat mengakibatkan masalah, karena panas yang dihasilkan oleh briket akan digunakan untuk menguapkan air terlebih dahulu sebelum dapat digunakan sebagai panas pembakaran (Ritzada & Yulianti, 2021). Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa kadar air briket berbahan pelepah siwalan dengan nilai tertinggi diperoleh pada ukuran 80 mesh dan persentase perekat 50% (S2M5) sebesar 6,66%, sedangkan nilai kadar air terendah diperoleh pada perlakuan ukuran 60 mesh dan persentase perekat 50% (S1M5) yaitu sebesar 0,52%. Perlakuan S2M2 adalah perlakuan yang menghasilkan nilai kadar air paling tinggi yaitu sebesar 6,66% dan setelah dilakukan uji lanjut *duncan's multiple range test* (DMRT), Perlakuan ini memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata

dengan ukuran 80 mesh dengan persentase perekat 30%, dan 45% (S2M1, dan S2M4). Sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan ukuran 60 mesh dengan persentase perekat 50% (S1M5) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan ukuran 60 mesh dengan persentase 30%, 35%, 40% dan 45% (S1M1, S1M2, S1M3 dan S1M4). Nilai rata-rata kadar air pada penelitian ini sudah memenuhi standar (Standar Indonesia, 01-6235-2000) yaitu kurang dari 8%. (Cholite & Zuari, 2021) menjelaskan Kandungan air memengaruhi hasil pengujian nyala api, semakin rendah kadar air dalam briket, maka nyala api juga akan semakin rendah. (Dani Saputra, 2021) menjelaskan jika digunakan lebih banyak air dalam proses pembuatan perekat, maka semakin tinggi kadar air dalam briket, dan ketika menggunakan sedikit air, proses perekatan briket menjadi tidak optimal. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa jenis perekat yang digunakan dapat mempengaruhi kadar air yang ada dalam briket.

Tabel 3. Nilai kadar abu briket pelepahsiwalan.

Ukuran Mesh (S)	Perlakuan Persentase Perekat (M)				
	M1 (30%)	M2 (35%)	M3 (40%)	M4 (45%)	M5 (50%)
S1 (60)	6,30 ^a	6,51 ^a	5,70 ^b	5,22 ^c	5,21 ^c
S2 (80)	5,21 ^c	5,05 ^{cd}	4,82 ^{de}	4,55 ^{ef}	4,35 ^f

Keterangan: huruf yang berbeda menandakan adanya pengaruh yang signifikan ($P>0,05$).

Kadar Abu

Hasil analisis ragam mengindikasikan bahwa adanya pengaruh signifikan ($P>0,05$) dari interaksi antara perlakuan ukuran mesh dan persentase perekat terhadap kadar abu briket berbahan pelepah siwalan. Nilai kadar abu briket berbahan dasar pelepah siwalan berkisar antara 4,35%-6,51% yang dapat dilihat pada Tabel 3. Kadar abu adalah sisa materi yang tersisa setelah proses pembakaran selesai dan tidak dapat terbakar lagi (Petir, 2021). Berdasarkan tabel diatas menunjukkan nilai kadar abu paling tinggi didapatkan pada perlakuan 60 mesh dan persentase perekat 35% (S1M2) sebesar 6,51% sedangkan nilai kadar abu terendah diperoleh pada perlakuan 80 mesh dan persentase perekat 50% (S2M5) sebesar 4,35%. Perlakuan S1M2 adalah perlakuan yang

menghasilkan nilai kadar abu paling tinggi yaitu sebesar 6,51% dan berdasarkan hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT), perlakuan ini tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perlakuan 60 mesh dengan persentase perekat 30% (S1M1) sedangkan nilai kadar abu terendah diperoleh pada perlakuan S2M5 yang tidak berbeda signifikan dengan perlakuan (S2M4). Berdasarkan rata-rata nilai kadar abu pada penelitian ini sudah mencukupi SNI (Standar Nasional Indonesia, 01-6235-2000) yaitu kurang dari 8%. (Pratama & Shadewa, 2018) menjelaskan briket yang memiliki tingkat abu yang sangat tinggi tidak menguntungkan, karena hal ini dapat menghasilkan kerak yang dapat menyumbat atau menutupi nyala api saat briket sedang terbakar.

Tabel 4. Nilai kuat tekan briket pelepah siwalan

Ukuran Mesh (S)	Perlakuan Persentase Perekat (M)				
	M1 (30%)	M2 (35%)	M3 (40%)	M4 (45%)	M5 (50%)
S1 (60)	27,70 ^f	52,50 ^{de}	78,50 ^c	124,41 ^b	138,02 ^a
S2 (80)	17,84 ^f	41,35 ^e	56,33 ^d	64,16 ^d	77,98 ^c

Keterangan: Jika terdapat huruf yang berbeda yang muncul di belakang nilai rata-rata, itu menandakan adanya pengaruh yang signifikan ($P>0,05$).

Kuat Tekan

Hasil analisis ragam mengindikasikan bahwa adanya pengaruh signifikan ($P>0,05$) dari interaksi antara perlakuan ukuran mesh dan persentase perekat terhadap kuat tekan briket berbahan pelepah siwalan. Nilai kuat tekan briket berbahan dasar pelepah siwalan berkisar antara 17,84-138,02 N/cm² yang dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa briket berbahan pelepah siwalan dengan kuat tekan paling tinggi diperoleh pada perlakuan 60 mesh dan persentase perekat 50% (S1M5) yaitu sebesar 138,02 N sedangkan kuat tekan terendah diperoleh pada perlakuan 80 mesh dan persentase perekat 30% (S2M1) sebesar 17,84 N. Perlakuan S1M5 adalah perlakuan yang

menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 138,02 N dan berdasarkan hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa perlakuan ini memiliki dampak yang signifikan yang berbeda dari perlakuan lainnya, sedangkan nilai kuat tekan terkecil diperoleh pada perlakuan S2M1 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan ukuran 60 mesh dengan persentase perekat 30% (S1M1). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Biantoro & Widayat, 2021) dimana menambahkan jumlah perekat akan mengisi sejumlah besar celah kosong antara partikel arang, menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam kekuatan briket.

Tabel 5. Nilai kerapatan massa

Ukuran Mesh (S)	Perlakuan Persentase Perekat (M)				
	M1 (30%)	M2 (35%)	M3 (40%)	M4 (45%)	M5 (50%)
S1 (60)	0,26 ^e	0,26 ^e	0,26 ^{de}	0,28 ^d	0,31 ^c
S2 (80)	0,24 ^e	0,26 ^{de}	0,31 ^c	0,40 ^b	0,43 ^a

Keterangan: Jika terdapat huruf yang berbeda yang muncul di belakang nilai rata-rata, itu menandakan adanya pengaruh yang signifikan ($P>0,05$).

Kerapatan Massa

Hasil analisis ragam mengindikasikan bahwa adanya pengaruh signifikan ($P>0,05$) dari interaksi antara perlakuan ukuran mesh dan persentase perekat terhadap kerapatan briket berbahan pelepah siwalan. Nilai kerapatan massa briket berbahan dasar pelepah siwalan berkisar antara 0,24-0,43 g/cm³ yang dapat dilihat pada Tabel 5. Kerapatan merupakan perbandingan antara massa dan volume briket arang, ukuran serta keseragaman partikel yang membentuk briket mempengaruhi tingkat kerapatan dan kekuatannya. Semakin seragam ukuran partikel, maka kerapatan dan kekokohan briket akan semakin tinggi juga (Anizar et al., 2020).

Tabel 5 menunjukkan bahwa briket berbahan pelepah siwalan dengan nilai kerapatan massa paling tinggi diperoleh pada perlakuan 80 mesh dan persentase perekat 50% (S2M5) yaitu sebesar 0,43 g/cm³ sedangkan nilai kerapatan massa terendah diperoleh pada perlakuan 80 mesh dan persentase perekat 30% (S2M1) sebesar 0,24 g/cm³. Perlakuan S2M5 adalah perlakuan yang menghasilkan nilai kerapatan paling tinggi yaitu sebesar 0,43 g/cm³ dan hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT)

menunjukkan bahwa perlakuan ini memiliki dampak yang signifikan yang berbeda dari perlakuan lainnya. Namun, kerapatan terendah didapatkan pada perlakuan S2M1, yang tidak berbeda secara signifikan dari perlakuan yang menggunakan ukuran 60 mesh dengan persentase perekat 30% dan 35% (S1M1 dan S2M2). Semakin kecil ukuran partikel, maka kerapatan briket akan meningkat. Hasil ini menunjukkan bahwa ukuran partikel berpengaruh pada peningkatan kerapatan, karena partikel arang yang lebih kecil lebih mudah rapat dan mengisi lebih banyak celah kosong. Namun, akibatnya, briket menjadi lebih sulit untuk terbakar dan akan lebih lama habis saat dibakar.

Laju Pembakaran

Hasil analisis ragam mengindikasikan bahwa adanya pengaruh signifikan ($P>0,05$) dari interaksi antara perlakuan ukuran mesh dan persentase perekat terhadap laju pembakaran briket berbahan pelepah siwalan. Nilai laju pembakaran briket berbahan pelepah siwalan berkisar antara 0,094-0,127 gr/menit yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai laju pembakaran.

Ukuran Mesh (S)	Perlakuan Persentase Perekat (M)				
	M1 (30%)	M2 (35%)	M3 (40%)	M4 (45%)	M5 (50%)
S1 (60)	0,127 ^a	0,121 ^{ab}	0,122 ^{ab}	0,117 ^{bcd}	0,112 ^{de}
S2 (80)	0,114 ^{cd}	0,118 ^{bc}	0,116 ^{bcd}	0,094 ^f	0,107 ^e

Keterangan: Jika terdapat huruf yang berbeda yang muncul di belakang nilai rata-rata, itu menandakan adanya pengaruh yang signifikan ($P>0,05$).

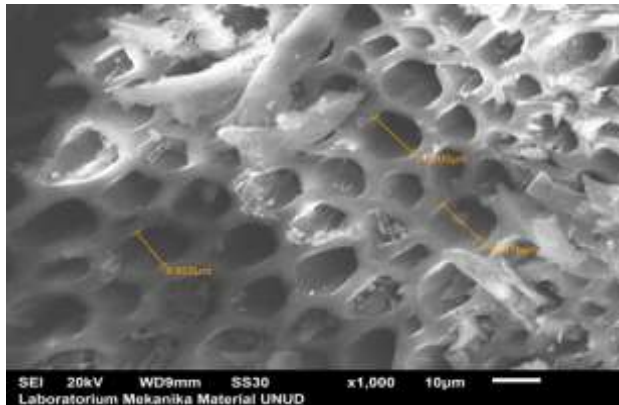
Kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh kerapatan briket, yang berarti bahwa semakin padat briketnya, pembakarannya akan berlangsung lebih lama atau memerlukan waktu yang lebih lama untuk habis saat dibakar. Ini karena briket yang lebih padat memiliki jumlah rongga udara yang lebih sedikit, sehingga oksigen sulit untuk bergerak melalui briket selama proses pembakaran. (Iriany et al., 2016). Nilai laju pembakaran briket berbahan pelepah siwalan dengan nilai laju pembakaran paling tinggi diperoleh pada perlakuan 60 mesh dan persentase perekat 30% (S1M1) yaitu sebesar 0,127 gr/menit sedangkan nilai laju pembakaran terendah diperoleh pada perlakuan 80 mesh dan persentase perekat 45% (S2M4) sebesar 0,094 gr/menit. Perlakuan S2M1 adalah perlakuan yang menghasilkan nilai laju pembakaran paling tinggi yaitu sebesar 0,127 gr/menit dan berdasarkan hasil

uji *duncan's multiple range test* (DMRT), perlakuan ini memberikan pengaruh tidak berbeda nyata dengan perlakuan ukuran 60 mesh dengan persentase perekat 35% dan 40%, sedangkan nilai laju pembakaran terendah diperoleh pada perlakuan ukuran 80 mesh dengan persentase perekat 45% (S2M4) yang berbeda signifikan dengan perlakuan yang lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh (Ristianingsih & Ayuning, 2015) menyatakan penambahan perekat dalam jumlah yang lebih besar akan mengakibatkan laju pembakaran menjadi lebih lambat, hal ini disebabkan oleh kandungan air yang tinggi dalam perekat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pembakaran briket pelepah siwalan cenderung menurun seiring dengan pengecilan ukuran partikel arang pelepah siwalan.

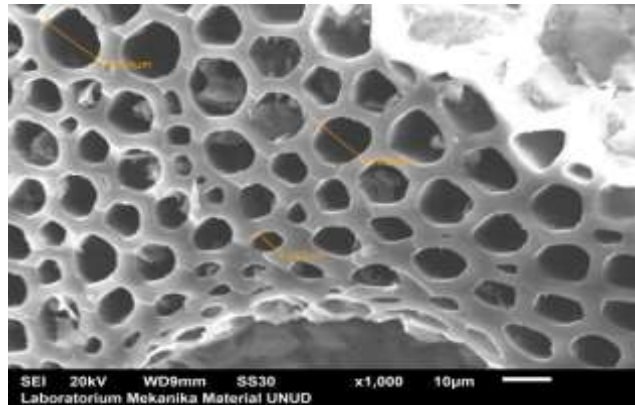
Analisis Arang Aktif dengan Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Penggunaan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dilakukan untuk menganalisis struktur dan ukuran pori arang. Hasil pengujian berbeda-beda antara setiap perlakuan ukuran mesh. Diameter pori dan

kadar unsur karbon dapat ditemukan dalam Gambar 1 dan Tabel 7.



a). 60 Mesh



b). 80 Mesh

Gambar 1. Diameter pori arang pelepah siwalan

Tabel 7. Massa unsur karbon arang aktif.

Ukuran (Mesh)	Massa unsur karbon arang aktif (%)					Diameter pori (µm)
	C	O	Mg	Si	K	
60	74,62	22,88	0,15	0,13	1,01	9-12
80	71,09	27,62	0,33	0,33	0,63	5-13

Keterangan: Jika terdapat huruf yang berbeda yang muncul di belakang nilai rata-rata, itu menandakan adanya pengaruh yang signifikan ($P > 0,05$).

Data tabel yang ada di atas dari uji SEM menunjukkan bahwa sampel arang pada setiap perlakuan ukuran mesh memiliki kandungan unsur karbon dan juga menunjukkan berbagai ukuran diameter pori. Unsur-unsur karbon yang terdeteksi dalam arang meliputi unsur C, O, Mg, Si, dan K. Diameter pori arang ukuran 60 mesh didapatkan berdiameter pori 9-12 µm sedangkan 80 mesh didapatkan berdiameter pori 5-13 µm. Ukuran pori pada arang mempengaruhi tingkat kehalusan permukaan arang, dimana semakin kecil ukuran pori arang, maka permukaan briket menjadi semakin halus. Sebaliknya, semakin besar ukuran pori arang, permukaan briket menjadi semakin kasar. Struktur dan luas diameter pori adsorben menggunakan pemindaian mikroskop elektron (JEOL, Ltd, Jepang, Model JSM 6510LA). Sampel arang aktif yang akan dipindai berupa serbuk arang aktif. Sampel dimasukkan ke dalam tabung vakum bertegangan 20kV dengan jarak 10 mm. Untuk SEM yang memiliki

kondisi vakum, gambar yang dihasilkan bervariasi tergantung pada karakteristik topografi, yang dapat diubah dengan memodifikasi orientasi. Ketika sinyal bergerak dari spesimen ke detektor, dapat menciptakan efek visual berupa peningkatan cahaya dan gelap yang menghasilkan gambar tiga dimensi (Wirawan et al., 2018).

KESIMPULAN

Interaksi antara ukuran partikel arang dan persentase perekat berdampak secara signifikan pada karakteristik briket pelepah siwalan, terutama pada nilai kadar air, kadar abu, kuat tekan, kerapatan, dan laju pembakaran. Perlakuan yang menghasilkan briket dengan kualitas terbaik adalah perlakuan briket dengan ukuran 80 mesh dan persentase perekat 45%, dengan kadar air sebesar 5,63%, kadar abu sebesar 4,55% kuat tekan sebesar 64,16 N, kerapatan massa sebesar 0,40 g/cm³ dan laju pembakaran sebesar 0,094 gr/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anizar, Sribudiani Heny, Evi, Somadona, S. (2020). Pengaruh Bahan Perekat Tapioka Dan sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah. *Perennial*, 16(1), 11–17. <http://dx.doi.org/10.24259/perennial.v16i1.9159>
- Arni, Labania Hosiana MD, N. A. (2014). *Studi Uji Karakteristik Fisis Briket Bioarang Sebagai Sumber Energi alternatif*. 3(March), 89–98.
- Biantoro, B. A., dan Widayat, W. (2021). Pengaruh Tekanan Kompaksi dan Perekat terhadap Karakteristik Briket Limbah Daun Cengkeh. *Jurnal Inovasi Mesin*, 3(2), 18–28. <https://doi.org/10.15294/jim.v3i2.52796>
- BSN. (2000). Standar Nasional Indonesia Briket Arang Kayu. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1-4.
- Faizal, M., Andynapratiwi, I., dan Putri, P. D. A. (2014). Pengaruh komposisi arang dan perekat terhadap kualitas biobriket dari kayu karet. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(2).
- Iriany, S. F. A. S. M. (2016). Pengaruh Perbandingan Tempurung Kelapa Dan Eceng Gondok Serta Variasi Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(3), 56–61. <https://doi.org/10.32734/jtk.v5i3.1546>
- Lestari, I., dan Harahap, M. B. (2016). Pemanfaatan Limbah Kulit Durian Sebagai Briket Terhadap Nilai Kalor Dan Lama Waktu Pembakaran. *EINSTEIN e-JOURNAL*, 4(1).
- Mulyadi, A. F., Dewi, I. A., dan Deoranto, P. (2021). *Pemanfaatan Kulit Buah Nipah Untuk Pembuatan Briket Biorang Sebagai Sumber Energi Alternatif*. 1, 1–9.
- Pane, J. P., Junary, Erwin, 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), 1–7.
- Patabang, D. (2012). Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi Dengan Variasi Bahan Perekat. *Jurnal Mekanikal*, 3(2), 286–292.
- Petir, P. (2021). Briket Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Bernilai Ekonomi Dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 9(2), 1–15.
- Pratama, A. A., Shadewa, D, M. (2018). Pengaruh komposisi bahan dasar dan variasi jenis perekat terhadap nilai kalo, kadar air, dan kadar abu. *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin*, 1(2), 1–10.
- Ristianingsih, U. Y., dan Ayuning, Syafitri K.S, R. (2015). Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Proses Pirolisis. *Konversi*, 4(2), 16. <https://doi.org/10.20527/k.v4i2.266>
- Ritzada, I.P.D.P. Yulianti, N. L. G. I. B. P. (2021). Karakteristik Briket Biomassa dengan Variasi Geometri dan Jenis Bahan Baku yang Berbeda. *JBeta*, 9(September), 1–9.
- Saputra, D., Siregar, A. L., dan Rahardja, I. B. (2021). Karakteristik Briket Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Metode Pirolisis Dengan Perekat Tepung Tapioka. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi*, 143-156.
- Setiawan, A. A., Okvi, C., dan Pamilia. (2012). Pengaruh Komposisi Pembuatan Biobriket dari Campuran Kulit Kacang dan Serbuk Gergaji Terhadap Nilai Pembakaran. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2), 9–16.
- Wirawan, I. P. S., Sutrisno, S., Seminar, K. B., dan Nelwan, L. O. (2018). Characteristics of Microactive Carbon from Bamboo Var. Petung as Adsorbent. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 147(1). <https://doi.org/10.1088/17551315/147/1/012028>