

PENGARUH UKURAN PARTIKEL TERHADAP KUALITAS TERMAL DAN MEKANIK BRIKET CAMPURAN ARANG SEKAM PADI DAN KULIT KOPI

SRI SURYANINGSIH^{1†}, PUSPITA MELATI ANGGRAENI², OTONG NURHILAL¹

¹Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor 45363, Sumedang, Jawa Barat, Telp. 022-7796014

²Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor 45363, Sumedang, Jawa Barat, Telp. 022-7796014

Abstrak. Biomassa dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan dengan mengolahnya menjadi briket. Sebagai bahan bakar padat, briket harus memenuhi kualitas yang diterima pasar diantaranya adalah memiliki kualitas termal dan mekanik yang baik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel terhadap sifat mekanik dan laju pembakaran pada briket campuran dari bahan sekam padi dan kulit kopi. Metodologi penelitian meliputi karbonisasi bahan, penghalusan dan penyaringan bahan dengan variasi ukuran partikel 40 mesh, 60 mesh, dan 100 mesh. Kemudian pencetakan dan pengepresan briket dengan tekanan pembebanan tetap sebesar 75 kg. Dari hasil uji kualitas mekanik menunjukkan bahwa ukuran partikel mempengaruhi densitas, durabilitas dan kuat tekan briket. Ukuran partikel 100 mesh memberikan nilai densitas terbaik pada tekanan pembebanan 75 kg sebesar 598 g/cm³. Nilai durabilitas terbaik 98% dan nilai kekuatan tekan terbaik 1.937 kg/cm² diperoleh dengan menggunakan ukuran partikel 40 mesh. Pengaruh ukuran partikel terhadap karakteristik laju dan lama pembakaran menunjukkan bahwa semakin besar ukuran partikel maka laju pembakaran menurun, sehingga membutuhkan waktu pembakaran lebih lama. Hasil yang baik pada laju dan durasi pembakaran ditemukan pada sampel dengan ukuran partikel 40 mesh yang memiliki laju pembakaran 0,867 g/menit dan lama waktu pembakaran 60 menit..

Kata kunci : ukuran partikel, durabilitas, kuat tekan, laju pembakaran

Abstract. Biomass can be used as a renewable energy source by processing it into briquettes. As a solid fuel, briquettes must have accepted market qualification including having a good thermal and mechanical quality. The purpose of this study was to determine the effect of particle size on the mechanical properties and combustion rate of a briquette with several combination ingredients of rice husk and coffee husk. The methodology used were includes the carbonization of materials, refinement and screening of materials using particle size of 40 mesh, 60 mesh and 100 mesh, then mold the briquettes using pressure printing at constant pressure of 75 kg. The results of mechanical quality tests show that the particle size will affects the density, durability and compressive strength of the briquettes. The 100 mesh particle size gives the best density value at 75 kg loading pressure of 598 g/cm³. The best durability of 98% and the best compressive strength of 1,937 kg/cm² were obtained using particle size of 40 mesh. The effect of particle size on the characteristics of the rate and duration of combustion shows that increasing the size of particle will decrease the rate of combustion, therefore it requires a longer burning time. Good results on the rate and duration of combustion were found in samples with a particle size of 40 mesh having a combustion rate of 0.867 g/min and a combustion time of 60 minutes.

Keywords: particle size, durability, compressive strength, combustion rate

[†] email : sri.suryaningsih@phys.unpad.ac.id

1. Pendahuluan

Biomassa dapat dijadikan bahan bakar sebagai bioetanol, biodiesel, biogas, dan briket. Biomassa yang dijadikan briket dapat bersaing dengan bahan bakar konvensional yang sudah ada. Kualitas dari briket sebagai bahan bakar ini dapat dipengaruhi oleh komposisi, ukuran partikel, tekanan pengepresan dan densitas dari briket [1]. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Komala A. Affandi dkk, briket berbasis sekam padi dengan campuran kulit kopi dengan perbandingan 50:50 menunjukkan adanya peningkatan nilai kalor bila dibandingkan dengan sekam padi saja diperoleh nilai kalor sebesar 17.485 kJ/kg [2].

Kualitas dari briket selain dipengaruhi oleh komposisi bahan seperti pengaruh kandungan zat dalam biomassa, komposisi bahan dan bahan perekat dan densitas briket. Densitas merupakan faktor penting karena berhubungan langsung dengan energi dan rasio volume dari briket seperti material briket, tekanan pengepresan, rasio perekat dan ukuran partikel. Penelitian yang dilakukan oleh Sugeng Riyanto, briket dari jerami padi yang diberikan tekanan pengepresan 800 kg/cm² memiliki durabilitas sebesar 55,7% sedangkan tekanan 400 kg/cm² memiliki nilai durabilitas 12,28% [3]. Selain itu, ukuran partikel akan meningkatkan nilai kalor volumetrik, mengurangi kadar abu, meningkatkan efisiensi termal dan mempengaruhi stabilitas dari briket [4]. Percobaan dari Sutrisno dkk menunjukkan ukuran partikel dan tekanan pembriketan berpengaruh terhadap nilai laju pembakaran dan lama penyalaan dari briket. Briket dengan ukuran 60 mesh dan tekanan 2 MPa menunjukkan laju pembakaran yang kecil dan waktu penyalaan yang lama [5].

Selain itu briket dapat rentan terhadap keausan mekanis dengan dihasilkannya debu atau partikel halus yang akan mengganggu konsumen dan juga berbahaya untuk kesehatan [6]. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel briket terhadap kualitas briket dengan melihat sifat mekanik (densitas, durabilitas, kuat tekan) dan karakteristik termal (laju dan waktu pembakaran) dari bahan berbasis sekam padi yang dicampurkan dengan kulit kopi.

2. Metode Penelitian

Bahan biomassa yang digunakan sekam padi dan kulit kopi, dimana pengolahan bahan biomassa terdiri atas proses pengeringan awal bahan, karbonisasi bahan menjadi arang masing-masing pada suhu 400°C, proses penghalusan arang dan penyaringan arang pada variasi ukuran partikel briket sebesar 40, 60 dan 100 mesh. Komposisi bahan briket dengan perbandingan sekam padi dan kulit kopi sebesar 50% : 50%. Perbandingan campuran sekam padi dan kulit kopi dengan bahan perekat tapioka adalah sebesar 93% dan 7% dari massa total campuran. Pencetakan briket menggunakan alat press hidrolik kemampuan tekan 2 ton yang telah terintegrasi dengan cetakan briket berukuran diameter 4,23 cm dan tinggi 11,475 cm. Pengepresan briket dilakukan pada tekanan pembebanan tetap sebesar 75 kg. Kemudian briket dikeringkan di bawah sinar matahari selama 8 jam, dan pengeringan dilanjutkan dengan menggunakan oven selama 4,5 jam dengan suhu 50°C [7]. Selanjutnya briket yang sudah kering dapat diuji sifat mekanik dan termalnya.

Pengujian sifat mekanik dilakukan terhadap nilai densitas, durabilitas, dan kuat tekan briket. Pengujian nilai densitas dilakukan dengan mengukur massa briket dan volume briket. Kemudian memasukan nilai massa dan volume yang diperoleh kedalam perumusan untuk menghitung densitas. Besar densitas adalah pembagian dari massa terhadap volume bahan briket. Uji durabilitas sesuai standar ASAE S269.4 DEC 98 dilakukan dengan perhitungan rasio dari briket sesudah diputar dan

sebelum diputar pada balok kaca. Motor penggerak digunakan untuk memutar balok dengan kecepatan sudut putar 40 rpm selama 3 menit [3]. Gambar 1 memperlihatkan alat uji durabilitas.



Gambar 1 Peralatan pengujian durabilitas

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan meletakkan sample briket diantara dua pelat dengan diberikan peningkatan beban yang konstan sampai sampel retak atau pecah. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan alat uji Universal Testing Machine (UTM).

Pengujian sifat termal briket dilakukan terhadap laju pembakaran dan lama pembakaran. Laju pembakaran diukur dengan menghitung rasio antara massa briket yang terbakar dengan waktu pembakaran. Waktu pembakaran dari briket diamati pada saat briket mengalami penyalaan awal yaitu terbentuknya sedikit bara sampai menjadi abu. Gambar 2 memperlihatkan rangkaian alat pengujian laju dan waktu pembakaran briket.



Gambar 2 Rangkaian alat pengujian laju dan lama pembakaran briket

Proses pengambilan data laju pembakaran dilakukan selama proses pembakaran briket berlangsung dalam kompor briket. Temperatur pembakaran briket pada setiap interval waktu yang ditentukan sehingga diketahui waktu pembakaran untuk setiap pembakaran briket. Analisa data dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel briket terhadap hasil uji mekanik dan termal.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Densitas Briket

Pada tabel 1. memperlihatkan bahwa setiap ukuran partikel sampel menunjukkan nilai densitas yang bervariasi).

Tabel 1 Hasil uji densitas briket terhadap variasi ukuran partikel

Ukuran Partikel (Mesh)	Beban (kg)	Densitas (kg/m ³)
40		482
60	75	504
100		583

Pengaruh ukuran partikel menunjukkan nilai densitas semakin besar untuk setiap penurunan ukuran partikel briket. Hal ini dikarenakan ukuran partikel yang kecil akan memperkecil ruang antar partikel sehingga memberikan nilai densitas yang besar. Nilai ukuran terbaik yang memiliki densitas terbesar terdapat pada sampel 100 mesh dengan nilai densitas sebesar 583 kg/m³. Besarnya pertambahan nilai densitas sampel untuk setiap kenaikan ukuran partikel adalah dari rentang 22 – 79 kg/m³.

3.2 Hasil Uji Durabilitas

Uji durabilitas pada briket dilakukan dengan memutar briket pada sebuah alat dengan kecepatan putar sebesar 40 rpm selama 3 menit. Hasil uji durabilitas untuk tiap sampel menunjukkan nilai yang bervariasi yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil uji durabilitas pada sampel briket campuran sekam padi dan kulit kopi

Ukuran Partikel (Mesh)	Beban (kg)	massa awal (g)	Massa Akhir (g)	Durabilitas (%)
40		56	55	98
60	75	55	47	85
100		54	31	57

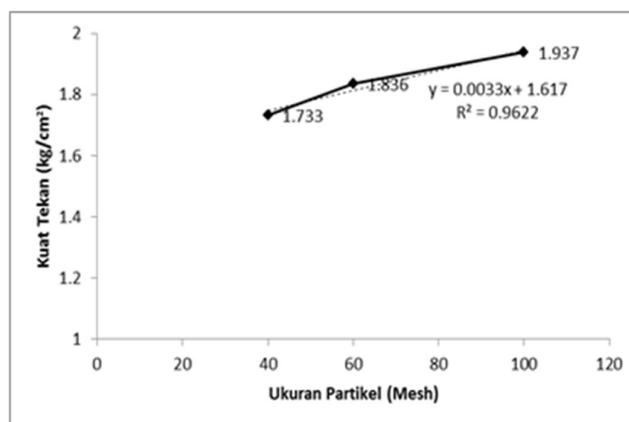
Parameter ukuran partikel briket menunjukkan pengaruh terhadap nilai durabilitas. Dari data yang diperoleh nilai durabilitas terbaik diperoleh pada sampel ukuran partikel 40 mesh dengan nilai durabilitas sebesar 98%. Nilai durabilitas briket semakin menurun seiring semakin kecilnya ukuran partikel briket. Sampel 40 mesh memiliki nilai durabilitas terbaik pada nilai 98%, sampel 60 mesh

pada nilai 85%, dan sampel 100 mesh pada nilai 57%. Setiap kenaikan ukuran partikel briket, terdapat penurunan nilai durabilitas dari rentang 13 - 28%.

Hasil durabilitas ini berbeda dengan teori awal bahwa briket dengan ukuran partikel lebih kecil maka akan memiliki nilai densitas yang lebih besar, kepadatan yang lebih bagus sehingga kekuatan mekaniknya lebih besar. Hal ini karena semakin kecil ukuran partikel dari briket, maka memiliki luas permukaan yang lebih besar untuk tambahan kelembaban pada proses pemanasan selanjutnya. Namun kondisi tersebut dapat terjadi bila dipengaruhi oleh temperatur pengepresan briket sedangkan penelitian dilakukan pada suhu ruangan. Hal ini mengakibatkan terbentuknya pengikat alami dari ikatan bahan kimia mungkin tidak ada atau minimal. Peningkatan panjang serat sebanding dengan ukuran partikel yang semakin besar, hal ini yang menyebabkan ukuran partikel yang semakin besar memiliki durabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran partikel yang lebih kecil. Penjelasan ini yang menyebabkan sampel briket 40 mesh memiliki nilai durabilitas lebih besar daripada sampel briket dengan ukuran partikel yang lebih kecil karena panjang serat yang dimiliki sampel 40 mesh lebih besar daripada 60 mesh dan 100 mesh.

3.3 Hasil Uji Kuat Tekan

Nilai beban maksimum sebelum briket retak dicatat sebagai beban maksimum yang mampu ditahan oleh briket. Nilai kuat tekan untuk setiap sampel briket bervariasi terhadap ukuran partikel briket dan tekanan yang diberikan. Gambar 3 menunjukkan nilai kuat tekan untuk setiap sampel yang dibuat dengan ukuran partikel 40 mesh, 60 mesh, dan 100 mesh.



Gambar 3. Nilai kuat tekan dengan variasi ukuran partikel briket

Nilai kuat tekan terbaik terdapat pada briket dengan ukuran partikel sebesar 40 mesh yaitu 1,733 kg/cm². Penurunan nilai kuat tekan terhadap penurunan ukuran partikel briket adalah pada rentang 0,101 - 0,103 kg/cm². Briket mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dengan semakin kecil ukuran partikel. Hal ini terjadi karena dengan semakin kecil ukuran partikel maka briket yang dihasilkan lebih padat. Dari sifat ukuran partikel briket yang keras dengan semakin kecil ukuran, maka luas kontak antar partikel dan jumlah partikel yang berkontak lebih besar, sehingga mampu menahan gaya tekan pada saat dilakukan uji tekan. Dengan ukuran partikel yang lebih besar maka briket yang dihasilkan kebalikan dari ukuran yang kecil, sehingga pada saat dilakukan uji tekan lebih mudah

hancur bila dibandingkan dengan briket dengan ukuran partikel yang lebih kecil. Kenaikan kuat tekannya tidak signifikan hal ini disebabkan karena perekat kanji kurang mampu merekat pada ukuran partikel briket yang mempunyai sifat keras.

3.4 Hasil Uji Laju Pembakaran

Nilai laju pembakaran briket dengan mengetahui massa bahan yang terbakar dan waktu pembakaran. Hasil laju pembakaran pada penelitian ini dilakukan pada briket dengan ukuran partikel 40 mesh, 60 mesh, dan 100 mesh yang dapat dilihat pada Tabel 3. Kecepatan alir udara yang digunakan adalah konstan sebesar 0,8 m/s.

Tabel 3 Laju pembakaran terhadap Ukuran Partikel Briket

Ukuran Partikel (Mesh)	Tekanan Pembebanan (kg)	Massa awal (g)	Massa Akhir (g)	Waktu pembakaran (s)	Laju Pembakaran (g/menit)
40	75	71	19	3600	0,867
60		67	20	3120	0,904
100		69	20	2400	1,225

Semakin kecil nilai laju pembakaran hal itu menunjukkan waktu pembakaran yang lebih lama diakibatkan pengurangan massa briket yang terbakar setiap waktunya sedikit. Dapat dilihat bahwa semakin besar ukuran butir briket lama waktu pembakaran briket hingga habis menjadi abu semakin cepat sehingga menyebabkan laju pembakaran yang dihasilkan semakin cepat. Pada briket sekam padi dengan kulit kopi didapat laju pembakaran yang semakin cepat seiring dengan kekasaran ukuran partikel briket. Nilai laju pembakaran terbaik ditunjukkan pada sampel dengan ukuran partikel 40 mesh pada tekanan pembebanan 75 kg sebesar 0,867 g/menit. Hal lain yang mempengaruhi laju pembakaran adalah densitas briket, dimana ukuran partikel briket yang lebih besar akan menyebabkan densitas pada briket yang semakin kecil. Faktor yang lainnya adalah dengan ukuran partikel yang lebih besar, maka briket yang dihasilkan mempunyai rongga yang lebih besar. Hal ini akan membuat oksigen dapat masuk ke dalam rongga briket, sehingga reaksi oksidasi dapat terjadi lebih cepat bila dibandingkan dengan briket dengan rongga yang lebih kecil.

4. Kesimpulan

Pengaruh ukuran partikel menunjukkan nilai densitas semakin besar untuk setiap penurunan ukuran partikel briket. Ukuran partikel yang kecil memperkecil ruang antar partikel sehingga memberikan nilai densitas yang besar. Nilai densitas yang baik ditunjukkan oleh sampel 100 mesh yaitu sebesar 598 kg/m³, nilai durabilitas 98%, dan kuat tekan 1,937 kg/cm². Pengaruh ukuran partikel terhadap karakteristik laju dan lama pembakaran menunjukkan bahwa semakin besar ukuran partikel maka laju pembakaran semakin kecil, sehingga lebih lama waktu pembakaran. Sampel dengan laju dan lama pembakaran yang baik terdapat pada sampel dengan ukuran partikel 40 mesh yaitu memiliki laju pembakaran 0,867 g/menit dan lama pembakaran 60 menit. Ukuran partikel briket yang lebih

besar akan mempunyai rongga yang lebih besar. Hal ini akan membuat oksigen dapat masuk ke dalam rongga briket, sehingga reaksi oksidasi dapat terjadi lebih cepat.

Daftar Pustaka

1. Wilson, M. (2016). Optimal Compaction Pressure, Particle Size And Binder Ratio For Quality Briquettes Made From Maize Cobs. Uganda: Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology.
2. Affandi, K. A., Suryaningsih, S., & Nurhilal, O. (2018). Analisa Ukuran Butir Briket Campuran Sekam Padi Dengan Cangkang Kopi Terhadap Laju Pembakaran Dan Emisi Karbon Monoksida (Co). *Jurnal Material dan Energi Indonesia* , 44-48.
3. Riyanto, S. (2009). Uji Kualitas Fisik Dan Uji Kinetika Pembakaran Briket Jerami Padi Dengan Dan Tanpa Bahan Pengikat. Surakarta: Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
4. Chaney, J. O. (2010). Combustion characteristics of biomass briquettes. University of Nottingham.
5. Sutrisno, Anggono, W., Suprianto, F. D., Kasrun, A. W., & Siahaan, I. H. (2017). The Effects Of Particle Size And Pressureon The Combustion Characteristics Of Cerbera Manghasleaf Briquettes. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences* , 931-936.
6. Temmerman, M., Rabier, F., Jensen, P. D., Hartmann, H., & Bohm, T. (2006). Comparative study of durability test methods for pellets and briquettes. *Biomass and Bioenergy* , 964-972.
7. Suryaningsih, S., Nurhilal, O., & Affandi, K. A. (2018). Pengaruh Ukuran Butir Briket Campuran Sekam Padi dengan Serbuk Kayu Jati terhadap Emisi Karbon Monoksida (CO) dan Laju Pembakaran. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika* , 15-21.