

Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket Berbasis Sekam Padi dan Tempurung Kelapa

Rustan Ruslan^{*}, Nur Afriana Gaffar, Heri Rahmat Suryadi, Irmawati Amir⁴, Al – Irsyad, Jasruddin Daud Malago, dan Abdul Haris

Fisika, Universitas Negeri Makassar

*email: rustanr2@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel terhadap karakteristik briket berbasis sekam padi dan tempurung kelapa yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar volatili matter dan nilai kalor. Bahan dasar sekam padi di karbonisasi pada suhu 400oC selama 30 menit dan tempurung kelapa pada suhu 500oC selama 2 jam. Ukuran partikel arang sekam padi yakni 200 mesh dan arang tempurung kelapa divariasikan dengan ukuran 100 mesh, 200 mesh, dan 300 mesh. Briket disintesis dengan perbandingan arang sekam padi dan arang tempurung kelapa 1:3 (5 g : 15 g) yang dicetak dengan tekanan pengepresan "99,8726115 kPa" dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70oC selama 6 jam 49 menit. Hasil pengujian untuk masing – masing variasi briket ukuran partikel arang sekam padi 200 mesh dan arang tempurung kelapa 100 mesh, arang sekam padi 200 mesh dan arang tempurung kelapa 200 mesh, dan arang sekam padi 200 mesh dan arang tempurung kelapa 300 mesh berturut – turut diperoleh untuk kadar air sebesar 1,02 %, 1,06 % dan 0,87 %, kadar abu 42,96 %, 42,23 % dan 41,79 %, kadar volatili matter 19,87 %, 19,05 % dan 23,06 %, dan nilai kalor 4362,1 kal/g, 4399,7 kal/g dan 4310 kal/g. Kata kunci: Briket; Ukuran Partikel; Sekam Padi; Tempurung Kelapa;

ABSTRACT

This study aims to determine the influence of particle size on characteristics of rice husk based briquettes and coconut shells which include water content, ash content, volatile matter content and calorific value. The basic material of rice husk was carbonized at 400oC for 30 minutes and coconut shell at 500 oC for 2 hours. The size of the particles of rice husk charcoal namely 200 mesh and coconut shell charcoal varied with sizes of 100 mesh, 200 mesh, and 300 mesh. Briquettes are synthesized by comparing rice husk charcoal and coconut shell charcoal 1: 3 (5 g : 15 g) which are printed with pressing pressure "99,8726115 kPa" and dried using an oven at 70 oC for 6 hours 49 minutes. The test results for each variation of briquettes particle size of 200 mesh rice husk charcoal and 100 mesh coconut shell charcoal, 200 mesh rice husk charcoal and coconut shell charcoal 200 mesh, and 200 mesh rice husk charcoal and 300 mesh coconut shell charcoal were obtained for water content of 1.02%, 1.06% and 0.87%, ash content 42.96%, 42.23% and 41.79%, volatile matter content of 19.87%, 19.05% and 23, 06%, and heating values of 4362.1 kal / g, 4399.7 kal / g and 4310 kal / g.

Keywords: *briquette; particle size; rice husk; coconut shel*

I. PENDAHULUAN

Krisis energi merupakan salah satu isu yang saat ini merebak diberbagai belahan negara termasuk Indonesia. Ketidakseimbangan antara permintaan energi dengan ketersediannya di berbagai negara merupakan hal yang penting untuk diperhatikan dalam rangka pelaksanaan globalisasi ini. Akibatnya, hal tersebut menyebabkan kenaikan konsumsi energi di berbagai sektor kehidupan. Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan energi maka diperlukan suatu bahan bakar alternatif terbarukan, berkelanjutan dan tidak merusak lingkungan serta memiliki kualitas energi yang sama baiknya dengan sumber bahan bakar fosil. Biomassa adalah semua bahan organik yang ada di permukaan bumi seperti halnya kayu, rumput laut, limbah dari kotoran hewan dan lain-lain yang dapat digunakan sebagai bahan baku energi (Danjuma. M, N., dkk., 2013). Biomassa memiliki keunggulan yang ramah lingkungan, bersih, murah dan serba guna (Wasekar, Mangesh, V dan R.N. Baxi, 2013). Tercatat bahwa energi biomassa sekitar 14% dari total energi dunia dibandingkan batubara (12%), gas alam (15%) dan energi listrik (14%) (Onchieku, J.M, dkk.,

2012). Hal ini menunjukkan bahwa sumber energi biomassa cukup menjanjikan untuk dikaji lebih lanjut.

Salah satu pemanfaatan biomassa yakni pembuatan briket yang bersumber dari limbah. Briket adalah produk hasil proses pemadatan residu biomassa yang digunakan sebagai bahan bakar dengan atau tanpa perekat dengan bentuk dan ukuran yang berbeda (Iriany, dkk., 2016) dan (Bestari, Widya Gema, dkk., 2016). Beberapa contoh bahan organik yang dapat dijadikan briket yaitu jerami padi, sabut kelapa, ampas tebu, serbuk gergaji, limbah kertas, tempurung kelapa, dan sekam padi (R. I. Muazu and J. A. Stegemann, 2017), (M. G. Montiano, E. Díaz-Faes, and C. Barriocanal, 2016), (Y. Wang, K. Wu, and Y. Sun, 2016) dan (P. Jittabut, 2015). Pada penelitian ini, briket menggunakan bahan dasar sekam padi dan tempurung kelapa. Sekam padi merupakan limbah hasil pertanian dari proses penggilingan padi yang belum dimanfaatkan secara optimal. Data Kementerian Pertanian (2019) menunjukkan produksi beras sepuluh tahun terakhir terus meningkat dengan produksi beras tahun 2017 yakni 81,38 juta ton dengan tingkat konsumsi beras sekitar 33,47 juta ton. Dengan persentase sekam padi sekitar 20 % dari gabah, hal ini menunjukkan semakin banyak produksi beras maka semakin banyak limbah sekam yang dihasilkan. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji sekam padi dalam pembuatan briket diantaranya menghasilkan nilai kalor sebesar 3197,29 kal/g (Oladeji, 2011). Pada penelitian sebelumnya juga telah diproduksi briket campuran sekam padi dan dedak dengan nilai kalor sebesar 4592,12 kal/g (Ndindeng dkk., 2015). Nilai kalor yang dihasilkan masih berada dibawah standar mutu briket SNI 01-6235-2000 yaitu 5000 kal/g. Sehingga masih diperlukan kajian lanjut untuk memaksimalkan hasil tersebut.

Penelitian ini, sekam padi dikombinasikan dengan tempurung kelapa yang juga menghasilkan limbah yang banyak. Data kementerian pertanian (2019) menunjukkan rata – rata produksi kelapa sekitar 18 juta ton / tahun. Tempurung kelapa sangat potensial digunakan sebagai bahan dasar briket karena memiliki sifat termal yang tinggi dan emisi CO₂ yang dihasilkan rendah sehingga tidak berdampak pada pemanasan global dengan nilai kalor yang sangat tinggi yaitu sebesar 7744 kal/g (Musabbikhah dkk., 2016). Briket yang diproduksi dari bahan yang memiliki nilai kalor yang tinggi akan meningkatkan kualitas daripada briket. Pada pembuatan briket ukuran partikel yang lebih besar akan menghasilkan briket dengan 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. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diantaranya, Alfajriandi (2017) dengan bahan arang daun pisang kering, Afriani, C.D., dkk. (2017) berbahan tempurung kemiri dan kulit asam jawa, Sudiro and Suroto, S. (2014) berbahan batu bara dan jerami, dan Suryaningsih, Sri., dkk. (2018) dengan bahan sekam padi dan serbu kayu jati menjelaskan bahwa ukuran partikel arang dari bahan tersebut mempengaruhi karakteristik dan kualitas briket arang.

II. METODE

Penelitian ini disintesis dengan memvariasikan ukuran partikelnya menggunakan bahan dasar sekam padi dan tempurung kelapa yang kemudian dikarbonisasi untuk mendapatkan arang yang digunakan sebagai bahan pembuatan briket dengan menggunakan kanji sebagai bahan perekat. Sekam padi dikarbonisasi pada suhu 400°C selama 30 menit dan tempurung kelapa dikarbonisasi pada suhu 500°C selama 120 menit. Arang sekam padi digerus dan diayak dengan ukuran 100 *mesh* dan arang tempurung kelapa dengan ukuran 100, 200, dan 300 *mesh*.

Briket dibuat dengan perbandingan arang sekam padi 5 g dan arang tempurung kelapa 15 g atau 1 : 3 dengan perbandingan perekat kanji 2,5 g dan air 15 g atau 1 : 6. Tekanan pengepresan yang digunakan yaitu 99,87 kPa dan pengeringan briket dilakukan pada suhu 70°C selama 6 jam 49 menit. Selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik yakni kadar air, kadar abu, kadar *volateli matter*, dan nilai kalor. Untuk pengujian kadar air, kadar abu dan kadar

volateli matter menggunakan metode gravimetri dan untuk nilai kalor menggunakan metode kalorimetri.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

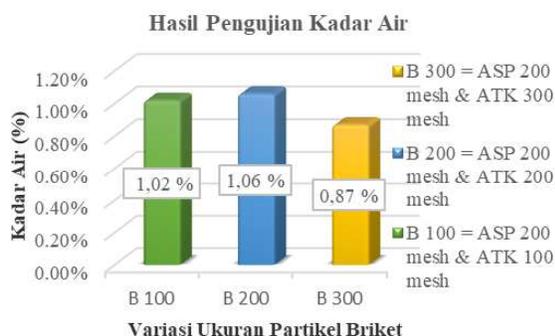
Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh ukuran partikel terhadap karakteristik briket arang berbasis sekam padi dan tempurung kelapa. Data yang disajikan berupa nilai dari hasil pengujian kadar air, kadar abu, kadar *volateli matter*, dan nilai kalor untuk ketiga variasi ukuran partikel pada bahan dasar arang sekam padi (ASP) dan arang tempurung kelapa (ATK).

Tabel 1. Data hasil pengujian karakteristik briket arang sekam padi dan arang tempurung kelapa.

Ukuran Partikel (<i>mesh</i>)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar <i>Volatelli Matter</i> (%)	Nilai Kalor (Kal/g)
ASP 200 + ATK 100	1,02	42,96	19,87	4362,10
ASP 200 + ATK 200	1,06	42,23	19,05	4399,70
ASP 200 + ATK 300	0,87	41,79	23,06	4310

3.1 Kadar Air

Kadar air briket adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam briket dengan berat briket setelah dipanaskan. Kadar air sangat mempengaruhi nilai kalor atau nilai panas yang dihasilkan. Tingginya kadar air akan menyebabkan penurunan nilai kalor. Hal ini disebabkan karena panas yang tersimpan dalam briket terlebih dahulu digunakan untuk mengeluarkan air yang ada sebelum kemudian menghasilkan panas yang dapat dipergunakan sebagai panas pembakaran. Briket arang memiliki sifat higroskopis (mudah menyerap air dari sekelilingnya) yang tinggi. Perhitungan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis briket arang hasil penelitian.



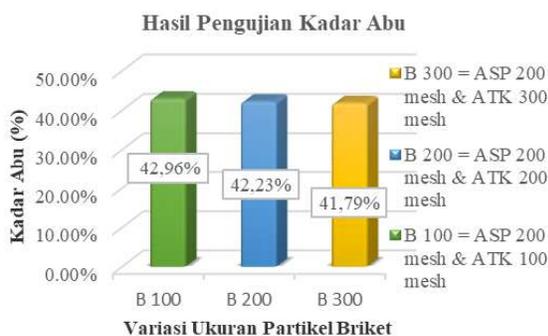
Gambar 1. Hasil pengujian kadar air briket dengan variasi ukuran partikel (B 100, B 200 dan B 300)

Pada Gambar 1. terlihat perbedaan jumlah kadar air untuk masing – masing variasi. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa kadar air terendah terdapat pada briket dengan kode B300 yaitu briket campuran arang sekam padi (ASP) dengan arang tempurung kelapa (ATK) dengan ukuran partikel masing – masing untuk ASP 200 mesh dan ATK 300 mesh dengan kandungan kadar air sebesar 0,87 %. Dan kadar air paling tinggi diperoleh pada briket campuran arang sekam padi dengan arang tempurung kelapa dengan ukuran partikel yang sama yakni 200 mesh yaitu sebesar 1,06 %.

Tingginya kadar air disebabkan oleh kepadatan dan kerapatan pori – pori yang sedikit besar karena ukuran partikel kedua bahan dasar yang sama sehingga tdk terlalu saling mengikat. Beda halnya dengan variasi lainnya untuk sampel dengan ukuran partikel berbeda untuk kedua bahan dasar, tingkat kadar air relatif rendah disebabkan oleh pori – pori yang rapat dan saling mengisi antar partikel sehingga kemampuan dalam menyerap air menjadi sedikit. Hal ini juga sesuai yang dikemukakan oleh Purwanto, Djoko., dkk. (2015) bahwa semakin padat dan rapat pori – pori briket, maka sifat higroskopis briket makin kecil.

3.2 Kadar Abu

Abu merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran dalam hal ini adalah sisa pembakaran briket arang. Salah satu unsur penyusun abu adalah silika. Pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor briket arang yang dihasilkan. Kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor briket arang sehingga kualitas briket arang tersebut menurun. Penelitian ini dilakukan pengujian kadar abu untuk masing – masing variasi ukuran partikel seperti yang ditunjukkan gambar 2.

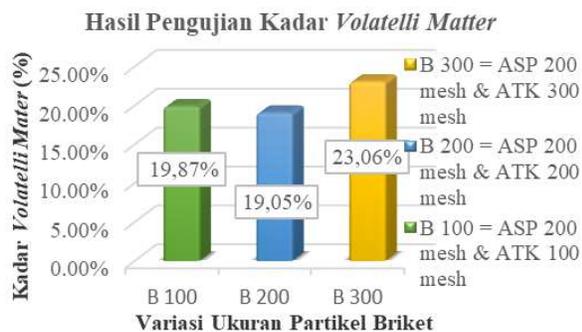


Gambar 2. Hasil pengujian kadar abu briket dengan variasi ukuran partikel (B 100, B 200 dan B 300)

Pada gambar 2. terlihat bahwa kandungan kadar abu terbesar diperoleh pada briket campuran Arang sekam padi dan tempurung kelapa dengan masing – masing ukuran partikel 200 mesh dan 100 mesh yaitu sebesar 42,96 %. Sedangkan kandungan kadar abu terendah diperoleh pada briket dengan ukuran partikel arang sekam padi 200 mesh dan arang tempurung kelapa 300 mesh. Kadar abu yang dihasilkan tinggi, hal ini disebabkan karena kandungan kadar air yang dihasilkan relatif sangat kecil sehingga menghasilkan abu yang banyak. Faktor lain penyebab kadar abu tinggi dipengaruhi oleh kandungan silika pada bahan dasar. Menurut Ismail and Waliuddin (1996) kandungan silika pada arang sekam padi yaitu 15–20% dan pada arang tempurung kelapa sebesar 52 % (Yuliah, dkk., 2017).

3.3 Kadar Volatelli Matter

Kadar *Volatelli Matter* (zat menguap) adalah zat (*volatile matter*) yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terdapat di dalam arang selain air. Kandungan kadar zat menguap yang tinggi di dalam briket arang akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat briket dinyalakan. Gambar 3. dibawah ini merupakan hasil pengujian kadar zat menguap untuk ketiga variasi ukuran partikel briket.



Gambar 3. Hasil pengujian kadar *volatelli matter* briket dengan variasi ukuran partikel (B 100, B 200 dan B 300)

Pada gambar 3. menunjukkan bahwa kadar zat menguap tertinggi diperoleh pada briket dengan ukuran partikel arang sekam padi 200 mesh dan arang tempurung kelapa 300 mesh yaitu sebesar 23,06 % dan kadar zat menguap terendah diperoleh pada briket dengan ukuran partikel yang seragam (arang sekam padi dan arang tempurung kelapa 200 mesh) yaitu sebesar 19,05 %. Kandungan zat menguap yang tinggi di dalam briket arang akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat briket dinyalakan. Kandungan asap yang tinggi ini disebabkan oleh adanya reaksi antar karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol. Semakin banyak kandungan senyawa zat menguap pada briket mengakibatkan briket akan mudah terbakar dan menyala namun memiliki kadar karbon yang rendah (Purwanto, Djoko., dkk., 2015) dan (Usman, Emilia, 2011).

3.4 Nilai Kalor

Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket arang. Semakin tinggi nilai kalor bakar briket arang, semakin baik pula kualitas briket arang yang dihasilkan. Menurut Putri, R, E., and Andasuryani (2017) nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket arang. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu briket arang, maka akan menurunkan nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan.



Gambar 4. Hasil pengujian nilai kalor briket dengan variasi ukuran partikel (B 100, B 200 dan B 300)

Pada gambar 4. dapat dilihat bahwa untuk ketiga variasi ukuran partikel didapatkan nilai kalor berkisar antara (4310 – 4399,70) kal/g. Dengan nilai kalor tertinggi diperoleh pada briket dengan ukuran partikel arang sekam padi dan arang tempurung kelapa 200 mesh yaitu sebesar 4399,70 kal/g. Sedangkan nilai kalor terendah diperoleh pada briket dengan ukuran partikel arang sekam padi 200 mesh dan arang tempurung kelapa 300 mesh yaitu sebesar 4310

kal/g. Dari hasil tersebut untuk ketiga variasi ukuran briket, nilai kalor yang dihasilkan belum memenuhi standar minimal briket arang SNI 01-6235-2000 yaitu minimal 5000 kal/g. Hal ini disebabkan karena tingginya kadar abu yang dihasilkan. Ini sejalan dengan pendapat bahwa tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh kadar abu briket (Yuliza, *dkk.*, 2013).

Menurut Seo, *dkk.* (2015) bahwa Pengaruh ukuran partikel terhadap nilai kalor briket berpengaruh terhadap proses pembakaran, semakin besar ukuran partikel (mm), maka briket mudah terbakar. Hal ini disebabkan karena semakin luas ruang antara partikel maka semakin banyak oksigen (udara) yang masuk diantara partikel-partikel tersebut sehingga briket lebih muda untuk terbakar.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dan hasil yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan bahwa ukuran partikel berpengaruh terhadap karakteristik briket. Meliputi kandungan kadar air dan kadar abu terendah didapatkan pada briket dengan ukuran partikel arang sekam padi 200 mesh dan arang tempurung kelapa 300 mesh berturut - turut sebesar 0,87 % dan 41,79 %. Nilai yang diperoleh dari kedua karakteristik ini berpengaruh penting pada besarnya nilai kalor yang dihasilkan. Kadar *volateli matter* terendah didapatkan pada briket dengan ukuran partikel bahan dasar yang seragam (arang sekam padi dan arang tempurung kelapa 200 mesh) yaitu sebesar 19,05 %. Hal ini disebabkan karena tingkat kerapatan bahan yang longgar dan tidak saling mengisi pori diantara kedua bahan dibandingkan dengan dua variasi lainnya. Dan nilai kalor tertinggi didapatkan pada briket ukuran partikel arang sekam padi 200 mesh dan arang tempurung kelapa 200 mesh yaitu sebesar 4399,70 kal/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, C.D., Yufita, Evi dan Nurmalita,. (2017). Heat Energy of Candlenut Shell and Tamarind Skin Briquet with Variation on Particle Size and Pressure Pressing. *Journal of Aceh Physics Society (JacPS)*, Vol. 6 NO. 1 pp. 6-9. e-ISSN: 2355-8229.
- Alfajriandi, Hamzah, F., dan Hamzah, F.H,. (2017). Perbedaan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Daun Pisang Kering. *JOM Faperta UR* Vol. 4 No. 1, Februari 2017.
- Bestari, W.G., Mendopa, Mutiara., dan Hasibuan, Rosdanelli,. (2016). Karakteristik Briket Dari Sekam Padi Dan Ketaman Kayu Berperekat Daun Jambu Mete. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 5, No. 2.
- Danjuma. M. N, B. Maiwada dan R. Tukur. (2013). Disseminating Biomass Briquetting Technology in Nigeria: A case for Briquettes Production Initiatives in Katsina State. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Vol 3. Issue 10. ISSN 2250–2459.
- Iriany, Sibarani, F. A. S. & Meliza. (2016). Pengaruh Perbandingan Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok Serta Variasi Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 05(03), pp. 56-61.
- Ismail, M. S. dan Waliuddin, A. M. (1996). Effect of Rice Husk Ash on High Strength Concrete. *Construction and Building Materials*. 10 (1):521 – 526.
- M. G. Montiano, E. Díaz-Faes, and C. Barriocanal. (2016). Effect of briquette composition and size on the quality of the resulting coke,” *Fuel Process. Technol.*, vol. 148, pp. 155–162.
- Musabbikhah, Saptoadi, H., Subarmono, Wibisono, M.A. (2016). Optimization of temperature and time for drying and carbonization to increase calorific value of coconut shell using Taguchi method. p. 030006. doi:10.1063/1.4943430.
- Ndindeng, S.A., Mbassi, J.E.G., Mbacham, W.F., Manful, J., Graham-Acquaah, S., Moreira, J., Dossou, J., Futakuchi, K. (2015). Quality optimization in briquettes made from rice milling by-products. *Energy Sustain. Dev.* 29, 24–31. doi:10.1016/j.esd.2015.09.003.

- Oladeji, J. T. (2011). Investigations into The Effects of Different Binding Ratios on Some Densification Characteristics of Corncoobs Briquettes. *New York Science Journal*, Volume 11, pp. 55-58.
- Onchieku. J.M, B.N. Chikamai dan M.S. Rao. (2012). Optimum Parameters for the Formulation of Charcoal Briquettes Using Bagasse and Clay as Binder. *European Journal of Sustainable Development*. Vol 1. Issue 3. 477-492. ISSN 2239-5938.
- P. Jittabut. (2015). Physical and Thermal Properties of Briquette Fuels from Rice Straw and Sugarcane Leaves by Mixing Molasses. *Energy Procedia*, vol. 79, pp. 2-9.
- Purwanto, D., Utami, P,R., and Suryani, S,D. (2015). Pengaruh Tekanan Kempa dan Konsentrasi Perikat Terhadap Sifat Biobriket Dari Limbah Tempurung Sawit. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* Vol.7, No.2, Des 2015: 1-8.
- Putri, R, E., and Andasuryani. (2017). Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* Vol. 21, No.2, ISSN 1410-1920, EISSN 2579-4019.
- R. I. Muazu and J. A. Stegemann. (2017). Biosolids and microalgae as alternative binders for biomass fuel briquetting. *Fuel*, vol. 194, pp. 339-347.
- Seo, B., Yuniningsih, S., and Anggraini, A. (2015). Pengaruh Kadar Amilum dan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Dari Tempurung Kelapa. Universitas Tribhuwana Tungadewi, Malang.
- Sudiro dan Suroto, Sigit,. (2014). Pengaruh Komposisi Dan Ukuran Serbuk Briket Yang Terbuat Dari Batubara Dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran. *Jurnal Saintech Politeknik Indonusa Surakarta* Vol. 1 No. 2 ISSN : 2355-5009.
- Suryaningsih, Sri., Nurhilal, Otong., dan 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* Vol. 02, No. 01 (2018) 15 – 21. ISSN : 2549-0516.
- Usman, Emilia. (2011). Karakteristik Briket Campuran Arang Tempurung Kelapa dan Serbuk Kayu Gergaji sebagai Bahan Bakar Alternatif Ramah Lingkungan. *Jurnal Penelitian* (Volume 2 Nomor 2). Universitas Negeri Gorontalo.
- Wasekar. Mangesh V and R.N.Baxi. (2013). Failure Analysis of Collar of Biomass Briquetting Machine: A Review, *International Journal of Engineering Research and Applications*, Vol 3, Issue 2, 437-439.
- Y. Wang, K. Wu, and Y. Sun. (2016) Effects of raw material particle size on the briquetting process of rice straw. *J. Energy Inst.*
- Yuliah, Y., Kartawidjaja, M., Suryaningsih., S and Ulfi, K. (2017). Fabrication and characterization of rice husk and coconut shell charcoal based bio-briquettes as alternative energy source. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 65 doi :10.1088/1755-1315/65/1/012021.
- Yuliza, N., Nazir, N. dan Djalal, M. (2013). Pengaruh Komposisi Arang Sekam Padi dan Arang Kulit Biji Jarak Pagar terhadap Mutu Briket Arang. *Jurnal Litbang Industri* 3 (1): 21-30. Padang.