



Biomassa dan bioarang dari limbah kotoran kuda tanpa dan dengan perlakuan menggunakan sodium hidroksida: studi nilai kalor dan kadar abu

Biomass and bio-charcoal from horse feces waste without and with the treatment of sodium hydroxide: study of heating value and ash content

Y.A. Padang¹, N.H. Sari^{*1}, N. Nurchayati¹, A.A. Alit Triadi¹, Y.A. Sutaryono², M. Muharman¹.

^{1,2,3,4,6}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. HP. 082235458894

²Bidang Ilmu Fisiologi Tanaman, Fakultas Peternakan, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia.

*E-mail: n.herlinasari@unram.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 4 November 2019

Accepted 11 April 2020

Available online 1 October 2020

Keywords:

Briquettes biomass

Density

Moisture content

Heating value

Sodium hydroxide (NaOH)



This study aims to determine and test the characteristics of horse feces briquettes without and with NaOH treatment as an alternative fuel. The experiment has been carried out in a laboratory. Biomass has been treated with 8% NaOH for 2 h, and has been compared with untreated biomass briquettes. Characterization of the calorific value and ash content of biomass briquettes and bio charcoal briquettes have been investigated. The results showed that the heat value for briquette samples after being treated increased in the range of 4894.6 cal/g – 5855.16 cal/g, while the ash content decreased in the range of 39% to 49.44%; this is caused by a decrease in non-lignocellulosic of horse feces content. It can be concluded that the horse feces biomass briquette with NaOH treatment can be an alternative fuel to replace the skin and leaf briquettes.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan kotoran ternak sebagai bahan pembuatan briket bioarang merupakan teknik untuk menghasilkan energi yang murah, dan mengurangi pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh kotoran ternak. Saat ini, penelitian biomassa dari limbah kotoran kuda sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah dan kayu bakar terus dikembangkan oleh para peneliti (Nurchayati dkk., 2013; Lubwama dkk., 2019). Pengembangan teknologi biomassa menggunakan densifikasi dan thermolisis telah

digunakan untuk meningkatkan jumlah kalor dari biomassa limbah kotoran kuda (Susana, 2009). Nilai efisiensi dari biomassa kotoran kuda yang dihasilkan sebesar 20-25 % (Syamsiro dan Harwin, 2017). Beberapa peneliti telah mengembangkan teknik untuk meningkatkan jumlah kalor dari biomassa. Jumlah kalor dari biomassa kotoran kuda yang dihasilkan dari teknik karbonisasi telah diketahui sebesar 3300 kkal/kg (Windarto, 2009). Konversi teknologi dengan densifikasi telah diketahui meningkat sebesar 2/3 sampai 3/4 dari energi batubara per unit massa dan energi batubara per unit volume. Teknik densifikasi biomassa ini memiliki beberapa keuntungan, yaitu mudah disimpan, mempunyai ukuran dan kualitas yang seragam, dan menaikkan nilai kalor per unit volume (Yank dkk., 2016). Selain teknik karbonisasi dan densifikasi, metode pirolisis juga telah dilakukan untuk menghasilkan bahan bakar padat karbon (Song dkk., 2019). Beberapa literatur juga telah melaporkan pemakaian tekanan rendah pada pembuatan briket dengan berbagai jenis bahan pengikat, seperti biomassa *azolla microphylla*, *rice straw* dan *sugarcane* juga telah dilaporkan oleh para peneliti (Raifannur dkk., 2017; Jittabut dkk., 2015). Meskipun, hasil-hasil penyelidikan tentang peningkatan jumlah kalor dari biomassa kotoran kuda memiliki beberapa keuntungan, namun teknologi yang diterapkan ini relatif memiliki nilai kalor dan efisiensi rendah; dikarenakan kandungan kelembaban yang cukup tinggi dari kotoran kuda sehingga menyebabkan perekatan bahan penyusun biomassa menjadi lemah. Salah satu usaha untuk mengurangi kandungan kelembaban dari kotoran kuda yaitu dengan memberikan perlakuan kimia pada limbah kotoran kuda menggunakan sodium hidroksida (NaOH). Pemakaian NaOH pada bahan organik umumnya diterapkan pada partikel serat alam untuk penguatan komposit. Larutan NaOH telah dilaporkan dapat menurunkan kandungan kelembaban, sifat mekanik, dan sifat fisik dari bahan alami, terutama pada bahan yang bersumber dari bahan pertanian (Kathirselvam dkk., 2019; Sari dkk., 2018; Ganapathy dkk., 2019). Dari studi-studi sebelumnya ini menunjukkan bahwa pengembangan penyelidikan menggunakan NaOH pada limbah kotoran kuda sangat perlu dilakukan, sebagai sebuah usaha untuk meningkatkan nilai kalor dari briket yang dihasilkan. Menurunnya kandungan kelembaban dari kotoran kuda karena perlakuan kimia diharapkan dapat meningkatkan daya rekat dari bahan penyusun briket biomassa; dan perubahan nilai kalor dari biomassa.

Oleh sebab itu, penelitian ini difokuskan untuk menginvestigasi jumlah kalor dari biomassa limbah kotoran kuda yang telah diperlakukan dengan kimia alkali. Pengaruh dari rasio campuran limbah kotoran kuda dan tepung kanji akan diteliti; untuk memahami sifat dari biomassa dan bioarang, seperti: nilai kalor dan densitas dari briket dan bioarang.

2. METODE PENELITIAN

Bahan

Limbah kotoran (*feses*) kuda diperoleh dari Lombok Timur, Indonesia. Limbah dikeringkan dengan cara dijemur selama 4 hari sehingga diperoleh bentuk partikel dari kotoran. Partikel-partikel tersebut kemudian direndam dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 8% selama 2 jam, kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven menggunakan suhu 70°C selama 30 menit.

Kandungan kelembaban dari limbah kotoran kuda sebelum dan setelah diperlakukan dengan NaOH telah diukur dengan menggunakan metode yang ditunjukkan oleh Sari dkk., 2018, Berat sampel limbah kotoran kuda ditimbang (W_2), kemudian sampel dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Sampel dikeluarkan dari dalam oven dan dimasukkan dalam *desikator* untuk pendinginan untuk selanjutnya beratnya ditimbang (W_1). Kandungan kelembaban dari sampel kotoran kuda ditentukan dengan menggunakan formulasi 1 (Sari dkk., 2018).

$$W_{\text{Limbahkotorankuda}} = \frac{(W_2 - W_1)}{W_2} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan $W_{\text{limbah kotoran kuda}}$ ialah kandungan kelembaban kotoran kuda (%), W_2 dan W_1 ialah berat sampel kotoran kuda sebelum dan setelah dipanaskan (gram), berturut-turut. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai kandungan kelembaban dari limbah kotoran kuda sebelum dan setelah diperlakukan telah diketahui sebesar 11,79% dan 8,82%, berturut-turut.

Pembuatan briket

Partikel-partikel yang telah dipersiapkan dicampur dengan perekat yang terbuat dari campuran/adonan tepung kanji dan air dengan perbandingan 1:1. Komposisi campuran perekat disajikan dalam Tabel 1. Adonan dituang ke dalam cetakan yang berdiameter, $D = 2$ cm, tinggi, $t = 4,5$ cm, dan dibiarkan selama satu hari untuk memudahkan pengangkatan sampel dari cetakan. Sampel briket

selanjutnya dikeringkan dalam oven (60°C selama 60 menit); hal ini dimaksudkan untuk menurunkan kelembaban dan memastikan kemampuan pembakaran dan stabilitas kekuatan internal (Ku ahmad dkk., 2018). Total sampel berjumlah 12 buah.

Uji nilai kalor

Pengujian nilai kalor dari briket dan bioarang dilakukan dengan menggunakan *adiabatic bomb calorimeter* seperti diperlihatkan dalam gambar 1. Kalorimeter Parr 6100 dengan Bom Oksigen standar 1108 telah digunakan. Setiap sampel briket diukur menggunakan timbangan analitik digital dalam *crusible* dan ditempatkan di dalam kontainer *stainless-steel* (bejana dekomposisi) yang diisi 99,98% oksigen. Sampel itu dinyalakan melalui benang kapas yang terhubung ke kabel pengapian di dalam bejana dekomposisi dan dibakar. Sebelumnya, air dituangkan, untuk memastikan bahwa uapnya tetap jenuh di dalam bom. Kawat sekering standar digunakan untuk perhitungan.

Tabel 1. Spesifikasi biomassa feses kuda sebelum dan setelah diperlakukan kimia

Spesimen	Perekat (%)	Massa bioarang setelah perlakuan NaOH 8% (gram)	Massa bioarang tanpa perlakuan (gram)	Massa Briket setelah perlakuan NaOH 8% (gram)	Massa Briket tanpa perlakuan (gram)
YN	5	4,4	4,3	8,9	7,5
YH	10	4	3,1	9,4	7,8
YS	15	3,9	3	10	8,3



Gambar 1. *Bomb calor* meter.

Uji densitas

Densitas dari masing-masing briket biomassa dan bioarang diukur dengan menggunakan teknik penjuanan air (Sari dkk., 2018). Sampel ditimbang (gram) dan dimasukkan dalam sebuah gelas ukur yang sudah terisi dengan air. Perubahan volume ditentukan dari selisih volume kenaikan air dalam gelas ukur – volume air tanpa briket dalam gelas ukur. Densitas (ρ) dari briket dihitung dengan menggunakan formulasi 2 (Sari, 2018)

$$\rho = \frac{\text{massa}}{\text{perubahan volume}} = \frac{m}{\Delta v} = \frac{\text{gram}}{\text{cm}^3} \quad (2)$$

dengan, m: massa dari briket biomassa (gram), Δv : selisih perubahan volume air sebelum dan setelah diisi briket (cm^3).

Uji kadar abu

Uji kadar abu dilakukan diawali dengan mengeringkan cawan porselin dalam oven pada 600°C selama 30 menit. Kemudian cawan didinginkan dengan cara meletakkannya dalam *eksikator* selama 30 menit dan bobot kosongnya ditimbang. Sampel sebanyak 1 gram ditempatkan ke dalam cawan kosong

tersebut dan dipanaskan menggunakan suhu 850°C selama 4 jam (sampai sampel menjadi abu). Selanjutnya, cawan diangkat dan didinginkan di dalam *eksikator* untuk selanjutnya ditimbang.

Kadar abu dapat ditentukan dengan menggunakan formulasi 3 (Maryono dkk., 2013)

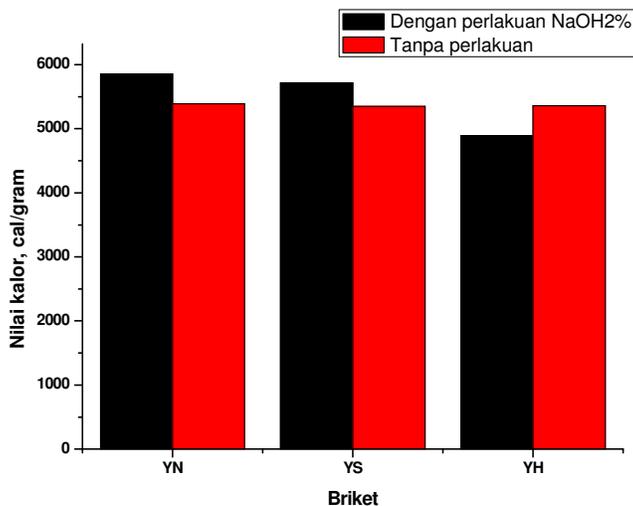
$$\text{Kadarabu (\%)} = \frac{x}{y} (100\%) \quad (3)$$

dengan x adalah bobot abu (gram); dan y adalah bobot sampel (gram)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Nilai kalor Briket

Gambar 2 menunjukkan nilai kalor dari briket biomassa dari sampel berbeda. Dari gambar 3 di amati briket biomassa kotoran yang telah diberikan perlakuan NaOH8% memiliki nilai kalor dalam kisaran 4894,632 cal/gram - 5855,159 cal/gram, nilai ini lebih tinggi daripada briket tanpa perlakuan. Seperti yang diilustrasikan, briket YS memiliki nilai maksimum sebesar 5855,159 cal/gram sedangkan briket YN memiliki nilai terendah. Mopoung dan Udeye, 2016 menyatakan bahwa rendahnya nilai kalor dari briket biomassa dikarenakan proses pencampuran fabrikasi briket, dan kadar air yang tinggi. Sebaliknya, nilai kalor dari briket lebih tinggi, dikarenakan kadar airnya lebih rendah; tingkat karbon dan hidrogen yang tinggi dan kadar oksigen yang lebih rendah. Hasil ini juga yang menjawab alasan mengapa sampel YS memiliki nilai kalor lebih tinggi dan YN memiliki nilai kalor lebih rendah. Menurut Fernandes dkk., menyatakan bahwa untuk produk biomassa kisaran 3585, 09 cal/gram sampai 4541,11 cal/gram cocok untuk penggunaan komersil. Sedangkan, untuk sampel briket YH cocok untuk menghasilkan energi panas pembakaran untuk aplikasi *household cooking*.



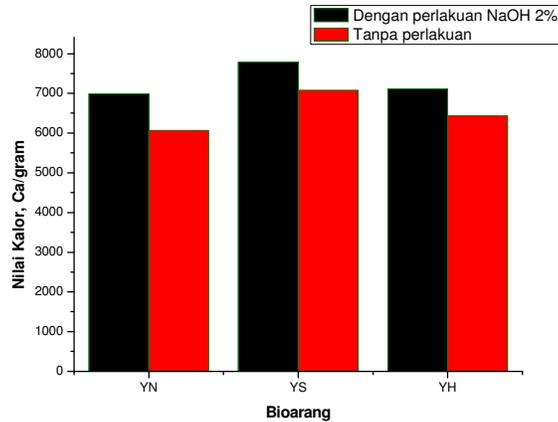
Gambar 2. Nilai kalor dari briket biomassa kotoran kuda

Lebih lanjut, nilai briket kotoran kuda dengan perlakuan kimia menggunakan NaOH yang dikembangkan ini (dalam kisaran dari 4894,632 cal/gram sampai 5855,159 cal/gram) lebih tinggi dibandingkan dengan briket kulit dengan pengikat tanah liat sebesar $\pm 5114,723$ cal/gram (Mopoung dan Udeye, 2016), briket kulit dengan berbagai rasio pengikat sebesar 4302,1 cal/gram sampai 4588,91 cal/gram (Pratiwi dan Putri, 2014), dan briket daun dengan dan tanpa pengikat masing-masing adalah 3580,30 cal/gram dan 4591,3 cal/gram (Talukdar dkk., 2014). Hasil ini menunjukkan bahwa briket yang dihasilkan ini dapat menjadi alternatif briket kulit dan briket daun untuk bahan bakar.

3.2 Analisa nilai kalor bioarang

Gambar 3 menunjukkan nilai kalor dari briket bioarang dari sampel kotoran kuda berbeda. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai kalor briket dari kotoran kuda setelah diperlakukan NaOH lebih rendah dibandingkan dengan briket bioarang tanpa perlakuan. Rendahnya nilai kalor briket bioarang dari

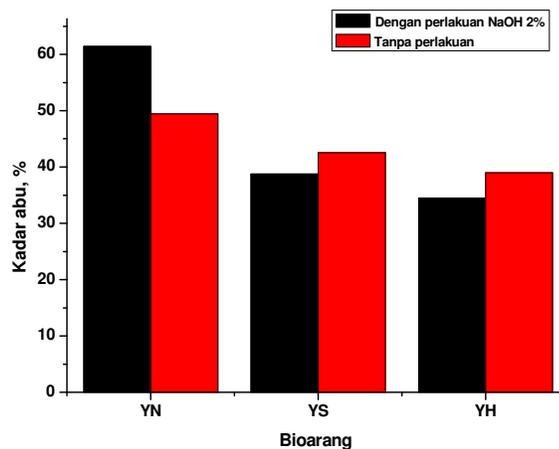
kotoran kuda disebabkan karena jumlah pori-pori sedikit dari briket; yang menyebabkan oksigen yang dibutuhkan untuk pembakaran sedikit, dan akhirnya akan menghambat proses pembakaran. Sebaliknya, Nilai kalor tinggi dari briket bioarang setelah diperlakukan NaOH diduga karena pori-pori dari briket lebih banyak sehingga oksigen yang diperlukan cukup banyak dengan demikian proses pembakaran cukup mudah dan lancar.



Gambar 3 Nilai kalor dari briket bioarang kotoran kuda

3.4 Analisa kadar abu bioarang

Gambar 4 menyajikan bahwa kadar abu dari bioarang tanpa diperlakukan diperoleh dalam kisaran 34,48% - 61,43%, sementara kadar abu dari bioarang setelah diperlakukan dalam kisaran dari 39% sampai 49,44%. Talukdar dkk. (2014) menyatakan bahwa kadar abu yang tinggi dapat mempengaruhi nilai kalor dari briket bioarang menjadi rendah. Sebaliknya, terlihat dalam gambar 4 kadar abu dari briket bioarang setelah diperlakukan NaOH cenderung menurun dengan bertambahnya fraksi volume perekat; hal ini dikarenakan kandungan kelembaban dari biomassa kotoran kuda yang rendah (8,82%) daripada biomassa tanpa diperlakukan (11,79%). Hasil ini telah didukung oleh penemuan Sari dkk., 2018 yang melaporkan bahwa perlakuan permukaan bahan alam menggunakan NaOH dapat menurunkan kandungan kelembaban karena hilangnya bahan nonlignoselulosa pada bahan alam yang bersumber dari tanaman.

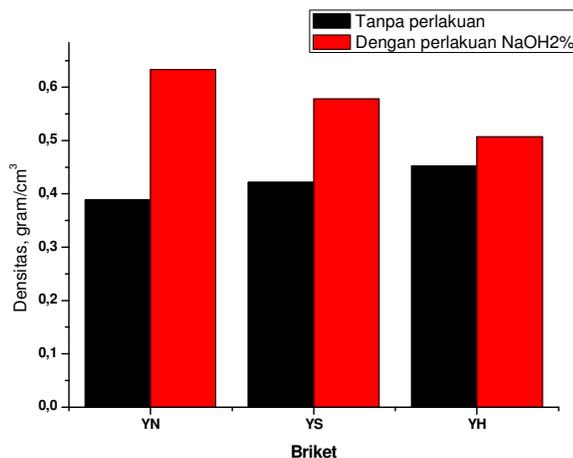


Gambar 4. Kadar abu dari briket bioarang dari limbah kotoran kuda

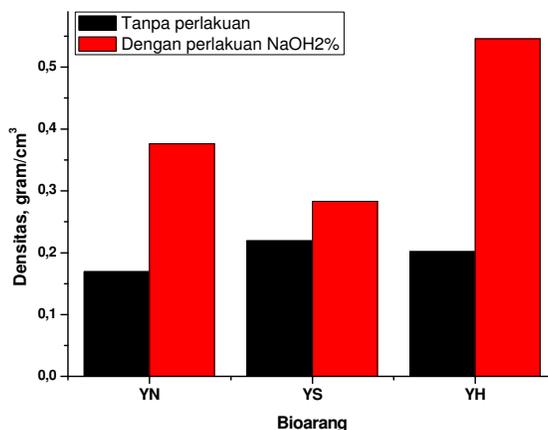
Garcia dkk., (2012) mengelompokkan kisaran kadar abu untuk jenis bahan bakarnya; kadar abu untuk tanaman tinggi dalam kisaran 0,6% - 1%, dan limbah industri kisaran dari 5% sampai 20%. Dikarenakan briket yang dihasilkan dari penelitian ini melebihi 11%; maka briket yang dihasilkan ini belum memenuhi standar kualitas ISO (3,3 – 11,7 %) (Ku Ahmad dkk., 2018). Namun, dengan mempertimbangkan potensi yang berlimpah dan nilai kalor yang tinggi serta kadar abu yang lebih rendah dan tidak berbahaya bagi manusia, maka briket yang dikembangkan ini dapat menjadi alternatif sebagai pengganti briket dari limbah industri untuk bahan bakar.

3.5 Analisa densitas

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai *densitas* briket biomassa dan bioarang dari kotoran kuda. Secara keseluruhan sampel, ditemukan bahwa *densitas* dari sampel briket biomassa yang diperlakukan NaOH lebih tinggi daripada sampel tanpa perlakuan. Hasil serupa ditemukan juga pada *densitas* bioarangnya (lihat gambar 6). Pengaruh perlakuan dengan NaOH pada biomassa telah menghilangkan bahan nonlignoselulosa dalam partikel kotoran kuda. Selain itu, menurut Sari dkk. (2018) perlakuan pada bahan berserat alam dengan menggunakan NaOH, dapat menghilangkan nonselulosa pada permukaan bahan alam, meningkatkan sifat kekuatan dan menurunkan kandungan air dari bahan. Nuriana dkk. (2014) menyatakan bahwa besarnya nilai *densitas* dari briket biomassa dikaitkan dengan suhu karbonisasi dan nilai kalor yang diperoleh. Lebih lanjut, *densitas* briket biomassa partikel kotoran kuda lebih kecil dibandingkan dengan briket dari kayu keras 1,4 gram /ml (Shankar dkk., 2010), namun termasuk dalam kisaran standar *densitas* briket Jepang yaitu 0,9 - 1,0 gram /ml (Sudradjat dkk., 2010).



Gambar 5. *Densitas* briket biomassa dari kotoran kuda



Gambar 6. *Densitas* briket bioarang dari kotoran kuda

4. KESIMPULAN

Nilai kalor dan kadar abu dari briket biomassa kotoran kuda setelah diperlakukan dengan NaOH telah dibandingkan dengan briket biomassa tanpa perlakuan. Dibawah perlakuan, nilai kalor dari briket meningkat cukup signifikan dalam kisaran 4894,632 cal/gram - 5855,159 cal/gram daripada tanpa perlakuan. Hilangnya bahan non selulosa dari partikel kotoran kuda telah menurunkan kandungan air dan kadar abu dari briket, akibatnya densitas briket dan nilai kalor yang cukup tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa briket dari feses kotoran kuda yang diperlakukan dengan NaOH ini dapat menjadi alternatif pengganti briket kulit dan briket daun.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terima kasih kepada Unram atas bantuan dana penelitian melalui program DIPA BLU (PNBP) Universitas Mataram Tahun Anggaran 2019. Yang ketiga penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Mesin (JTM) UNRAM atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fernandes E.R.K., Marangoni C., Souza O., Sellin N., 2013, Thermochemical characterization of banana leaves as a potential energy source, Energy conversion and management, 75, 603–608.
- García R., Pizarro C., Lavín A.G., Bueno J.L., 2012, Characterization of Spanish biomass wastes for energy use, Bioresource technology, 103(1), 249–258.
- Ganapathy T., Sathiskumar R., Senthamaraiannan P., Saravanakumar S.S., Khan A., 2019, Characterization of raw and alkali treated new natural cellulosic fibres extracted from the aerial roots of banyan tree, International Journal of Biological Macromolecules, 138 (1), 573-581.
- Jittabut P., 2015, Physical and Thermal Properties of Briquette Fuels from Rice Straw and Sugarcane Leaves by Mixing Molasses, Energy Procedia, 79, 2–9.
- Kathirselvam M., Kumaravel A., Arthanarieswaran V.P., Saravanakumar S.S., 2019, Characterization of cellulose fibers in *Thespesia populnea* barks: Influence of alkali treatment, Carbohydrate Polymers, 217(1), 178-189.
- Ku Ahmad K.Z., Szalia K., Kamarolzaman A.A., 2018, Characterization of fuel briquettes from banana tree waste, Materials Today: Proceedings, 5, 21744–21752.
- Lubwama M., Yiga P.A., Muhairwe F., Kihedu J., 2019, Physical and combustion properties of agricultural residue bio-char bio-composite briquettes as sustainable domestic energy sources, Renewable Energy, In Press.
- Maryono, Suddin., Rahmawati., 2013, Pembuatan dan analisis mutu briket arang tempurung kelapa ditinjau dari kadar kanji, Jurnal Chemica, 14(1), 74 – 83.
- Mopoung S., Udeye V., 2016, Characterization and evaluation of charcoal briquettes using banana peel and banana bunch waste for household heating, American Journal of Engineering and Applied Sciences, 10(2), 353-365.
- Nurchayati, Alit I.B., Syahrul, Haryadi D., 2013, Pengaruh temperatur pirolisis terhadap kadar char dan nilai kalor briket bioarang campuran jerami – feses kuda, Rekayasa Jurnal Teknik, 14, 1:1-8.
- Nuriana W., Anisa N., Martana., 2014, Synthesis Preliminary Studies Durian Peel Bio Briquettes as an Alternative Fuels, Energy Procedia, 47, 295 – 302.
- Pratiwi D.E., Putri S.E., 2014, Characterization of banana peel briquette with the variation of binder concentration, International Conference on Science, 13–19.
- Raifannur, Afdhal S., Rahimi E.I., Hasri I., 2017, Kombinasi pemberian pupuk kotoran kuda dengan pupuk limbah kulit kopi terhadap pertumbuhan dan biomassa *Azolla microphylla*, Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah, 2(1), 141-149.
- Sari N.H., Wardana I.N.G., Irawan Y.S., Siswanto E., 2018, Characterization of the chemical, physical, and mechanical properties of NaOH-treated natural cellulosic fibers from corn husks, Journal of Natural Fibers, 15(4), 545 –558.
- Sudradjat R., Setiawan D., Roliadi H., 2010, Teknik pembuatan dan sifat briket arang dari tempurung dan kayu tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), 23-24.
- Sari N.H., 2018, Material Teknik, Edisi pertama, Deepublish, Yogyakarta.

- Song X., Zhang S., Wu Y., Cao Z., 2019, Investigation on the properties of the bio-briquette fuel prepared from hydrothermal pretreated cotton stalk and wood sawdust, *Renewable Energy*, In Press.
- Susana I.G.B., 2009, Peningkatan nilai kalor biomassa kotoran kuda dengan metode densifikasi dan thermolisis, *Jurnal Teknik Mesin*, 11(2), 103–107.
- Syamsirol M., Harwin S., 2017, Pembakaran briket biomassa cangkang kakao: Pengaruh temperatur udara preheat, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Teknik Mesin UGM Yogyakarta*, 15-18.
- Shankar J.T., Christopher T.W., Kevin L.K., Richard H., 2010, A technical review on biomass processing: Densification, preprocessing, modelling, and optimization, *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 3-5.
- Talukdar A., Das D., Saikia M., 2014, Study of combustion characteristics of fuel briquettes, *International Journal of Computational Engineering Research*, 4(3), 2250–3005.
- Windarto L., Suryanta, 2009, *Membuat bioarang dari kotoran lembu*, Kanisius, Yogyakarta.
- Yank A., M. Ngadi M., Kok R., 2016, Physical properties of rice husk and bran briquettes under low pressure densification for rural applications, *Biomass and Bioenergy*, 84, 22-30.