

OPTIMASI KUALITAS BRIKET BIOMASSA PADI DAN TONGKOL JAGUNG DENGAN VARIASI CAMPURAN SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Laily Noer Hamidah* dan Ardhana Rahmayanti

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo

*e-mail: lailynoer.tkl@unusida.ac.id

Abstract

The energy crisis demands the development of an alternative energy that can meet daily needs. The existence of rice straw biomass waste and corncob is a potential to be utilized as bioenergy in the briquettes form. This research was conducted to develop and test the characteristics of biomass briquettes as alternative fuels. Biomass used in this research is rice straw and corn cob. The making of briquettes is done by carbonation and compaction with starch adhesive by 10%. To know the best quality of briquettes, a mixture of rice straw (100%) was used, mixed rice straw: corncobs (25%: 75%, 50%: 50%, and 75%: 25%), and corncobs (100 %). Test parameters used are ash content, volatile matter content, and calorific value. The results showed that briquettes from corncobs were the best briquettes from ash content and volatile matter content of 9.52% and 9.7% respectively. While based on calorific value, briquettes with highest heating value is rice straw briquettes that is equal to 3562 Kcal/kg.

Keywords: Biomass briquette, Rice straw, Corncob, Ash content, Volatile Matter, Calorific Value, Bioenergy.

Abstrak

Krisis energi menuntut dikembangkanya suatu energi alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari. Keberadaan limbah biomassa jerami padi dan tongkol jagung merupakan potensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bioenergi berupa briket. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan dan menguji karakteristik briket biomassa sebagai bahan bakar alternatif. Biomassa yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerami padi dan tongkol jagung. Pembuatan briket dilakukan melalui karbonasi dan pepadatan dengan bahan perekat kanji sebanyak 10%. Untuk mengetahui kualitas briket terbaik maka digunakan variasi campuran biomassa yaitu jerami padi (100%), campuran jerami padi:tongkol jagung (25%:75%; 50%:50%; dan 75%:25%), serta tongkol jagung (100%). Parameter uji yang digunakan berupa kadar abu, kadar volatile matter, dan nilai kalor. Hasil uji menunjukkan briket dari tongkol jagung merupakan briket terbaik dinilai dari kadar abu dan kadar volatile matter yaitu masing-masing sebesar 9,52% dan 9,7%. Sedangkan berdasarkan nilai kalor, briket dengan nilai kalor tertinggi adalah briket jerami padi yaitu sebesar 3562 Kcal/kg.

Kata kunci: Briket biomassa, Jerami padi, Tongkol jagung, Kadar abu, Volatile matter, Nilai kalor, Bioenergi.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan teknologi diikuti dengan peningkatan konsumsi energi. Energi merupakan kebutuhan utama dalam seluruh aspek kehidupan di seluruh negara (Ozturk, dkk., 2017). Semakin bertambahnya penduduk di muka bumi, maka jumlah kebutuhan juga semakin bertambah, sehingga konsumsi energi ikut meningkat yang menyebabkan ketersediaan cadangan energi tidak terbarukan seperti minyak bumi makin menipis.

Peningkatan penggunaan energi tidak cukup diimbangi dengan efisiensi pemakaian energi, sehingga pelaksanaan konservasi energi dinilai cukup penting. Kebutuhan energi di Indonesia umumnya diperoleh dari hasil tambang, dimana persediannya makin lama makin menipis hingga suatu saat akan habis (Mangkau, dkk., 2011). Selain itu bahan bakar minyak di Indonesia merupakan sumber devisa yang diperlukan dan dikonsentrasikan untuk menunjang biaya pembangunan. Oleh karena itu peranan bahan bakar minyak di wilayah pedesaan perlu dikurangi dengan mengoptimalkan sumber-sumber energi selain minyak. Mengingat hal ini, maka perlu diupayakan untuk mencari solusi dengan mengembangkan berbagai macam sumber energi alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Sementara itu disektor pertanian, adanya peningkatan penduduk juga menyebabkan peningkatan limbah pertanian seperti jerami padi. Indonesia sebagai negara agraris, dimana sebagian masyarakat di pedesaan khususnya memiliki mata pencaharian sebagai petani, keberadaan limbah biomassa padi menjadi suatu permasalahan tersendiri,

dimana setiap satu hektar lahan sawah akan dihasilkan 5-8 ton jerami padi. Jerami padi sebagian besar dianggap sebagai limbah dan dibiarkan menumpuk yang akan menimbulkan masalah sebagai sumber kontaminasi air. Ketika terlalu banyak terakumulasi, tumpukan biasanya dibakar pada lahan terbuka dan menjadi sumber utama polusi udara dan gas rumah kaca (Jittabut,2015).

Pemanfaatan biomassa pertanian secara langsung tanpa melalui pengolahan hanya akan menimbulkan masalah terkait penyimpanan, transportasi (Muazu dan Stegemann, 2015), dan pencemaran yang dapat ditimbulkan seperti bau tidak sedap akibat pembusukan dan mengurangi estetika.

Pemanfaatan jerami padi yang telah dilakukan sejauh ini hanya sebatas pakan ternak, bahan baku pengomposan dan sebagai sumber bioenergi dimana sekam dibakar secara langsung. Pembakaran biomassa secara langsung akan menghasilkan efisiensi yang rendah, sehingga perlu adanya pemanfaatan limbah biomassa padi secara lebih maksimal sebagai contoh pembuatan briket.

Hingga saat ini, pemanfaatan biomassa sebagai energi alternatif untuk menghasilkan panas, listrik, dan bahan bakar untuk transportasi masih cukup rendah yaitu 15%, dan diperkirakan di tahun 2050 yang akan datang mencapai 33-50%. Hal ini disebabkan berbagai negara berlomba untuk mencari energi alternatif dalam rangka memenuhi kebutuhan terhadap energi yang terus meningkat (Vasillev, dkk., 2017).

Briket biomassa merupakan salah satu alternatif pemanfaatan limbah biomassa dalam meningkatkan nilai

tambah limbah hasil pertanian dan perkebunan sehingga dapat meningkatkan pendapatan (Nurhayati, dkk., 2016). Briket terbuat dari sampah organik yang memiliki nilai kalor bervariasi tergantung bahan baku yang digunakan (Rafsanjani, dkk., 2012). Briket ini menyerupai arang dengan kerapatan yang lebih tinggi. Briket merupakan energi terbarukan yang dapat dibuat secara sederhana baik ditinjau dari segi bahan baku yang digunakan maupun proses pembuatannya. Sehingga briket memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif (Hiloidhari, dkk., 2014), selain itu pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan baku briket dapat memecahkan permasalahan lingkungan khususnya bidang pertanian (Zhang, dkk., 2018).

Selain jerami padi, biomassa lain yang dapat dimanfaatkan adalah tongkol jagung. Tongkol jagung memiliki sifat mudah dibakar karena memiliki kandungan serat yang sangat besar yaitu 29,89% (Hamidi, dkk., 2011), selain itu menurut Faiz, dkk., (2015), dari Data Biro Pusat Statistik Indonesia (BPS) tahun 2014 menunjukkan bahwa produksi jagung secara keseluruhan di Indonesia sekitar 19.032.677 ton jagung per tahun. Total potensi tongkol jagung di Indonesia mencapai 14.967.211 ton per tahun, sehingga memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai sumber bioenergi.

Pemanfaatan tongkol jagung sebagai biomassa pembuatan briket diharapkan dapat menjadi bioenergi dengan kualitas lebih baik. Dalam pembuatan briket biomassa perlu adanya bahan perekat. Bahan perekat yang sering digunakan adalah tepung kanji, molasses, tepung terigu, silikat. Briket tongkol jagung

dengan bahan perekat kanji memiliki kualitas yang lebih baik daripada briket tongkol jagung dengan bahan perekat sagu (Lestari, dkk., 2010), dan briket dengan perekat kanji lebih baik daripada briket dengan perekat terigu (Sulistiyaningkarti dan Utami, 2010). Selain itu kanji mudah didapat, dan harganya juga lebih murah.

Dalam penelitian ini, pembuatan briket dilakukan dengan variasi campuran biomassa jerami padi dan tongkol jagung untuk meningkatkan kualitas briket ditinjau dari parameter kadar abu, kadar *volatile matter*, dan nilai kalor.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembakar, alu dan lumpang sebagai penumbuk biomassa yang telah dibakar, ayakan, timbangan, gelas ukur, cetakan briket dari pipa berdiameter 4,5 cm dengan tinggi 6 cm (Gambar 1).

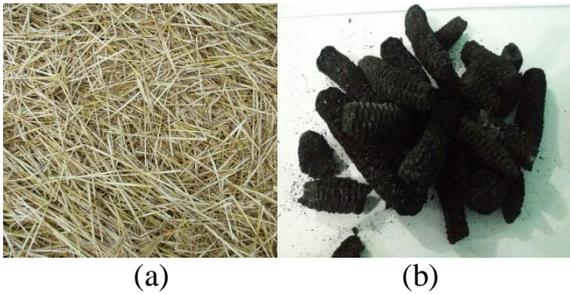


Gambar 1. Cetakan briket

Sedangkan bahan yang digunakan adalah jerami dan tongkol jagung (Gambar 2) sebagai sumber biomassa, air, serta kanji sebagai bahan pengikat.

Biomassa jerami padi didapatkan di area persawahan di Desa Durung Bedug Kec. Candi Kab. Sidoarjo. Sedangkan tongkol jagung didapatkan dari area

persawahan di Desa Tawangrejo, Kab. Kediri



Gambar 2. Biomassa briket (a) Jerami padi, (b) tongkol jagung yang telah dikarbonasi

2.2 Prosedur penelitian

2.2.1 Pembuatan Briket

Dalam proses pembuatan briket terdapat beberapa tahapan agar didapatkan briket dengan hasil yang maksimal, adapun tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Pengeringan bahan

Penyiapan bahan dilakukan dengan cara mengeringkan limbah biomassa dengan menjemur selama 10-15 jam. Selanjutnya limbah biomassa jerami, dan tongkol jagung dikarbonasi. Setelah proses karbonasi selesai dilakukan pembongkaran dan pendinginan. Proses karbonasi dilakukan dengan menggunakan drum yang diberi lubang disalah satu sisinya untuk memasukkan bahan yang akan dikarbonasi dan selanjutnya lubang tersebut ditutup (Gambar 3). Hal ini dilakukan untuk meminimalisasi udara keluar masuk, sehingga proses pembakaran dapat sempurna (Lubwama dan Yiga, 2017).

b. Penggilingan

Proses selanjutnya adalah pengecilan ukuran. Arang yang sudah dingin dihaluskan/ditumbuk hingga halus, selanjutnya dilakukan pengayakan

dengan menggunakan ayakan berukuran 20 mesh untuk mendapatkan ukuran serbuk yang homogen (Gambar 4)

c. Pencampuran bahan perekat

Bahan baku yang telah berupa serbuk, selanjutnya dicampur dengan perekat kanji dan air masing-masing sebanyak 10% dari berat bahan baku. Bahan perekat terlebih dahulu disiapkan dengan mencampurkan kanji dengan air dalam wadah sebelum dicampurkan dengan bahan baku.



Gambar 3. Drum untuk Proses Karbonasi



Gambar 4. Serbuk jerami (kiri) dan tongkol jagung (kanan) yang telah diayak

d. Pencampuran adonan

Dalam penelitian ini digunakan variasi campuran biomassa. Perbandingan biomassa jerami padi dan tongkol jagung yang digunakan adalah sebagai berikut:

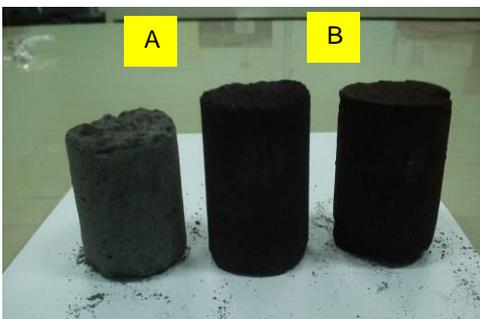
1. Briket A menggunakan jerami padi (100%)

2. Briket B menggunakan campuran jerami padi (JR) dan tongkol jagung (JG) dengan perbandingan JR:JG = 25%:75%
3. Briket C menggunakan campuran jerami padi (JR) dan tongkol jagung (JG) dengan perbandingan JR:JG = 50%:50%
4. Briket D menggunakan campuran jerami padi (JR) dan tongkol jagung (JG) dengan perbandingan JR:JG = 75%:25%.
5. Briket E menggunakan tongkol jagung (100%).

Bahan perekat yang telah diaduk dalam wadah, dicampurkan dengan serbuk biomassa sesuai dengan variasi diatas.

e. Pengepresan

Campuran yang telah siap selanjutnya dicetak menggunakan cetakan briket, kemudian dilakukan proses pengepresan. Dalam penelitian ini digunakan alu sebagai alat pengepres. Proses pengepresan dilakukan untuk memadatkan briket sehingga merekat dengan kuat dan menghilangkan kandungan air yang terdapat dalam adonan briket.



Gambar 5. Briket siap uji analisa proximate (A). Briket 100% jerami (B). Briket 100% tongkol jagung

f. Pengeringan briket

Briket biomassa yang telah dicetak selanjutnya dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2-3 hari hingga siap

digunakan sebagai bahan bakar (Gambar 5).

2.2.2 Analisa Uji Proximate

Briket yang telah siap kemudian diuji kualitasnya. Parameter uji proximate yang digunakan untuk melihat kualitas briket adalah nilai kalor, kadar *volatile matter*, dan kadar abu. Pengujian nilai kalor dilakukan dengan menggunakan bom kalorimeter dengan metode analisa ASTM. Bom kalorimeter yang digunakan untuk mengetahui nilai kalor briket, dan *urnace* untuk mengetahui kadar abu dan *volatile matter* D 5865. Sedangkan penentuan kadar abu dan *volatile matter* menggunakan *urnace* masing-masing dengan metode ASTM. D 3174 dan ASTM. D 3175.

Bomb calorimeter adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur bahan pembakaran atau daya kalori dari suatu material. Proses pembakaran diaktifkan didalam suatu atmosfer oksigen didalam suatu kontainer volume tetap. Semua bahan terbenam di dalam suatu rendaman air sebelah luar dan keseluruhan alat dalam bejana calorimeter tersebut. Bejana kalori meter juga terbenam didalam airbagian luar. Temperatur air di dalam bejana calorimeter dan rendaman dibagian luar keduanya dimonitor (Almu, dkk., 2014)

3. HASIL DAN DISKUSI

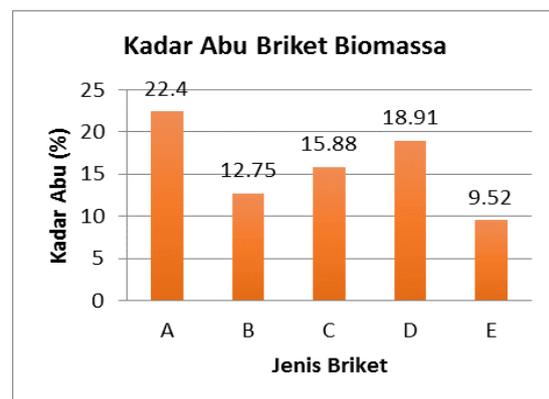
Pembuatan briket biomassa jerami padi dan tongkol jagung telah berhasil dibuat dengan tambahan bahan perekat kanji dan air masing-masing sebanyak 10%. Tepung kanji dipilih sebagai bahan perekat karena mudah terbakar dan menghasilkan kalor yang tinggi, selain itu murah dan mudah diperoleh. Menurut

Jamilatun, dkk., (2010), jumlah tepung kanji terbaik yang dapat ditambahkan dalam pembuatan briket biomassa sebanyak 10%. Variasi campuran briket dengan perbandingan prosentase jerami padi dan tongkol jagung yang berbeda dilakukan bertujuan untuk mendapatkan briket dengan kualitas terbaik dinilai dari parameter nilai kalor, kadar *volatile matter*, dan kadar abu.

Dari hasil analisis kualitas briket didapatkan kadar abu tiap jenis briket berbeda (Gambar 5). Kadar abu paling tinggi adalah jenis briket A yaitu 22,4%, selanjutnya diikuti briket campuran jerami padi dan tongkol jagung yaitu briket D, briket C, dan briket B masing-masing memiliki kadar abu sebesar 18,91%, 15,88%, dan 12,75%. Selanjutnya kadar abu paling rendah adalah briket E sebesar 9,52%. Semakin banyak campuran biomassa jerami padi yang digunakan, semakin tinggi kadar abunya. Hal ini sesuai dengan yang dituliskan oleh Muazu dan Stegemann (2015), bahwa tingginya kadar abu dalam briket jerami padi menyebabkan penyumbatan pada boiler yang digunakan dalam industri dan kompor briket skala rumah tangga. Kadar abu pada briket tongkol jagung lebih rendah disebabkan porositas tongkol jagung lebih besar dibandingkan pada jerami padi, sehingga mampu untuk menyerap air lebih banyak, dan ketika dilakukan pembakaran, air tersebut akan habis menguap dan meninggalkan abu yang lebih sedikit (Nuha, dkk., 2015).

Kadar abu biomassa merupakan residu dari sisa pembakaran yang bersifat tidak mudah terbakar. Abu sudah tidak memiliki nilai kalor dan unsur karbon. Kadar abu memiliki pengaruh yang kurang baik terhadap kualitas briket,

dimana kadar abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor briket yang dihasilkan. Sehingga semakin rendah kadar abu suatu briket, maka semakin bagus kualitas briket tersebut. Dalam penelitian ini briket dengan kualitas paling baik berdasarkan kadar abunya adalah jenis briket tongkol jagung. Menurut Mangkau, dkk., (2011), tingginya kadar abu dalam briket disebabkan karena proses karbonasi yang belum optimal.

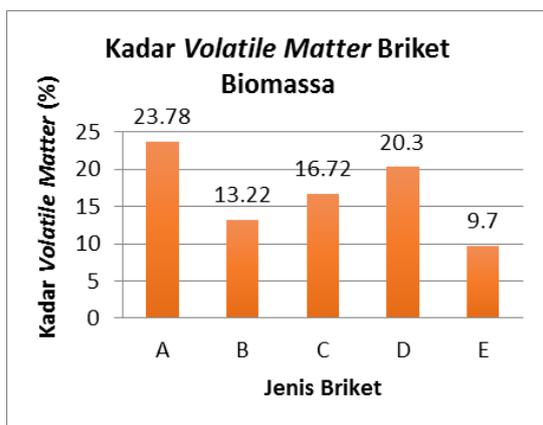


Gambar 5. Kadar abu (%) briket biomassa

Hasil analisis *volatile matter* untuk setiap sampel briket biomassa berbeda (Gambar 6). Kadar abu paling tinggi adalah jenis briket A yaitu 23,78%, selanjutnya diikuti briket campuran jerami padi dan tongkol jagung yaitu briket D (20,3%), briket C (16,72%), dan briket B (13,22%), selanjutnya kadar *volatile matter* paling rendah adalah briket E sebesar 9,7%.

Seperti halnya kadar abu, kadar *volatile matter* juga dipengaruhi oleh jumlah biomassa jerami padi yang digunakan, dimana semakin banyak campuran biomassa jerami padi yang digunakan, semakin tinggi kadar *volatile matter*-nya. Kandungan *volatile matter* ini akan mempengaruhi kesempurnaan

pembakaran dan intensitas nyala api (Yulinah, dkk., 2017). Menurut Mangkau, dkk., (2011), kandungan volatil matters memegang peranan penting dari bahan bakar padat dalam hal kemampuan menyala (*ignitability*) dan kemampuan terbakar (*combustibility*). Umumnya bahan bakar padat seperti biomassa apabila dipanasi sampai mencapai temperatur tertentu, maka *volatile matter* mulai dilepaskan, dan pada temperatur tertentu mulai terjadi pengapian/nyala dan selanjutnya terbakar.



Gambar 6. Kadar *volatile matter* (%) briket biomassa

Volatile matter atau zat terbang adalah zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terdapat di dalam briket selain air, karbon terikat dan abu (Yulinah, dkk., 2017), yang umumnya adalah hidrokarbon, hydrogen, karbon monoksida dan gas yang tidak mudah terbakar seperti karbon dioksida dan nitrogen. Sehingga semakin rendah kadar *volatile matter* suatu briket, maka semakin bagus kualitas briket tersebut. Dalam penelitian ini briket dengan kualitas paling baik berdasarkan kadar *volatile matter*nya adalah jenis briket tongkol jagung (100%). Penambahan

campuran jerami padi dalam briket tidak dapat meningkatkan kadar *volatile matter*.

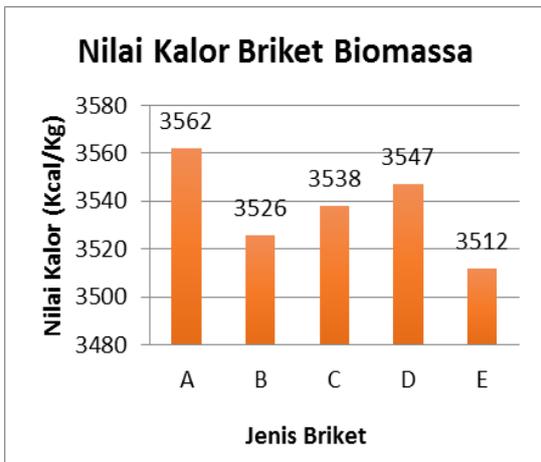
Selain kadar abu dan kadar *volatile matter*, juga dilakukan analisis nilai kalor. Nilai kalor bahan bakar padat termasuk bahan bakar biomassa adalah nilai kalori kotor HHV (*gross calorific value*) yang diperoleh melalui percobaan Bomb Kalorimeter menurut ASTM D 5865 dan dinyatakan dalam satuan Kcal/Kg.

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Analisa nilai kalor suatu bahan bakar dimaksudkan untuk memperoleh data tentang energi kalor yang dapat dibebaskan oleh suatu bahan bakar dengan terjadinya reaksi atau proses pembakaran (Almu, dkk., 2014).

Berdasarkan hasil analisis nilai kalor briket biomassa jerami padi dan tongkol jagung (Gambar 7) menunjukkan bahwa nilai kalor tertinggi terdapat pada jenis briket A yaitu sebesar 3562Kcal/Kg, selanjutnya diikuti briket D (3547 Kcal/Kg), briket C (3538 Kcal/Kg), briket B (3526 Kcal/Kg), dan nilai kalor paling rendah terdapat pada briket E (3512 Kcal/Kg).

Berdasarkan hasil tersebut semakin banyak kandungan jerami padi, semakin tinggi nilai kalornya. Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket yang dihasilkan. Hal ini berbeda dengan kadar abu dan kadar *volatile matter*, semakin tinggi nilai kalor maka kualitas briket justru semakin baik, sehingga berdasarkan nilai kalornya jenis briket dengan kualitas terbaik adalah briket A yaitu 100% dari jerami padi. Penambahan campuran tongkol jagung dalam pembuatan briket.

Tidak dapat meningkatkan nilai kalor briket tersebut.



Gambar 7. Nilai kalor (Kcal/Kg) briket biomassa

Kualitas dari briket yang paling utama ditentukan melalui nilai kalornya yang dihitung dengan menggunakan alat bom kalorimeter karena nilai kalor lah yang menjadi acuan apakah bioarang tersebut layak digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak atau tidak. Jika nilai kalor terlalu kecil maka nilai ekonomis dari bioarang tersebut juga akan kecil sehingga tidak menguntungkan apabila dipakai sebagai pengganti bahan bakar minyak (Junary, dkk., 2015).

4. KESIMPULAN

Briket biomassa dari jerami padi dan tongkol jagung telah berhasil dibuat. Hasil uji kualitas briket menunjukkan bahwa briket dari tongkol jagung (100%) merupakan briket terbaik dinilai dari kadar abu dan kadar volatile matter yaitu masing-masing sebesar 9,52% dan 9,7%. Sedangkan berdasarkan nilai kalor, briket terbaik dengan nilai kalor tertinggi adalah briket jerami padi (100%) yaitu sebesar 3562 Kcal/kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Almu, M.A., Syahrul, Padang, Y.A. 2014. Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) dan Abu Sekam Padi. *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, Vol. 4: 117-122
- Faiz, T., Harahap, L., Daulay, S. (2015). Pemanfaatan Tongkol Jagung dan Limbah Teh Sebagai Bahan Briket. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, Vol.4, No.3: 427 – 432.
- Hamidi, N., Wardana, ING., Sasmito, H. (2011). Pengaruh Penambahan Tongkol Jagung Terhadap Performa Pembakaran Bahan Bakar Briket Blotong (*Filter Cake*). *Jurnal Rekayasa Mesin.*, Vol 02, No. 2: 92-97
- Hiloidhari, M., Das, D., dan Baruah, D.C. 2014. Bioenergy Potential from Crop Residue Biomass in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews Journal*, Vol. 32: 504-512.
- Jamilatun, S., Shakti, D.K., dan Ferdiant, F. (2010). Pembuatan Biocoal Sebagai Bahan Bakar Alternatif dari Batubara dengan Campuran Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati, Glugu dan Sekam Padi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”*.1-6.
- Jittabut, Pongsak. (2015). Physical and Thermal Properties of Briquette from Rice Straw and Sugercane Leaves by Mixing Molasses. *Energy Procedia*, Vol 79: 2-9.

- Junary, E., Pane, J., Herlina, N. (2015). Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor dan Karakteristik pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 4, No. 2: 46 – 52.
- Lestari, L., Aripin, Yanti, Zainudin, Sukmawati, Marliani, (2010). Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung yang Menggunakan Bahan Perikat Sagu dan Kanji. *Jurnal Aplikasi Fisika*, Vol. 6, No 2: 93-96
- Lubwama, M., dan Yiga, V.A. 2017. Accepted Manuscript: Characteristics of Briquettes Developed from Rice and Coffee Husks for Domestic Cooking Applications in Uganda. *Journal of Renewable Energy*, Vol 118: 43-55.
- Mangkau, A., Rahman, A., dan Bintaro, G. (2011). Penelitian Nilai Kalor Briket Tongkol Jagung Dengan Berbagai Perbandingan Sekam Padi. *Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik: Teknik Mesin*, Vol. 5: 01-10
- Muazu, R.I., dan Stegeman, J.A. 2015. Effects of Operating Variables on Durability of Fuel Briquettes from Rice Husks and Corn Cobs. *Journal of Fuel Processing Technology*, Vol 133: 137-145.
- Nuha, A.U., Luthfianto, S., dan Soebyakto. 2015. Analisa Nilai Kalor dan Kadar Abu Briket Bioarang Campuran Serbuk Gergaji Kayu Johar dan Limbah Kulit Pisang Kepok sebagai Bahan Bakar Alternatif.
- Nurhayati, A., Hariadi, Y., dan Hasanah, W. (2016). Endeavoring to Food Sustainability by Promoting Corn Cob and Rice Husk Briquetting to Fuel Energy for Small Scale Industries and Household Communities. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, Vol 9: 386 – 395.
- Ozturk, M., Saba, N., Altay, V., Iqbal, R., Hakeem, K.R., Jawaid, M., dan Ibrahim, F.H. (2017). Biomass and bioenergy: An overview of the development potential in Turkey and Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 79: 1285–1302.
- Rafsanjani, K. A., Sarwono, dan Noriyanti, R. D. 2012. Studi Pemanfaatan Potensi Biomass Dari Sampah Organik Sebagai Bahan Bakar Alternatif (Briket) Dalam Mendukung Program Eco-Campus Di ITS Surabaya. *Jurnal Teknik Pomits*, Vol. 1, No. 1: 1-6.
- Sulistiyaningkartti, L., Utami, B. (2017). Pembuatan Briket Arang dari Limbah Organik Tongkol Jagung dengan Menggunakan Variasi Jenis dan Persentase Perikat. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, Vol. 02, No. 1: 43-53
- Vasillev, S.V., Vassileva, C.G, Song, Y.C., Li, W.Y., dan Feng, J. 2017. Ash Contents and Ash-Forming Elements of Biomass and Their Significance for Solid Biofuel Combustion. *Journal of Fuel*, Vol 208: 377-409.

- Yuliah, Y., Suryaningsih, S., Khoirima, U. (2017). Penentuan Kadar Air yang Hilang dan Volatile Matter pada Bio-Briket dari Campuran Arang Sekam Padi dan Batok Kelapa. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, Vol. 01, No. 01: 51-57.
- Zhang, G., Sun, Y., dan Xu, Y. 2018. Review of Briquette Binders and Briquetting Mechanism. *Renewable and Sustainable Energy Reviews Journal*, Vol. 82: 477-487.