

PRODUKSI BIOBRIKET DARI LIMBAH PERTANIAN JAGUNG DI DESA SUMBEREJO DEMAK

Dante Alighiri^{1,*}, Nila Prasetya Aryani², Fifin Dewi Ratnasari², Apriliana Drastisianti³ dan Masturi²

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

²Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

³Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang

Diterima: Oktober 2018 Disetujui: November 2018 Dipublikasikan: Desember 2018

Abstrak

Kelurahan Sumberejo, Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah merupakan kelurahan yang 492,40 ha luas wilayahnya merupakan tegalan atau kebun yang sebagian besar ditanami jagung. Setelah panen jagung, akan ada sejumlah limbah atau sisa residu yang tersisa. Limbah batang, kulit, bonggol dan rambut jagung biasanya digunakan sebagai pakan ternak, dibuang atau dibakar begitu saja ditempat sehingga mengakibatkan masalah yang serius dalam pencemaran udara dan membuang dengan percuma sumber bioenergi yang tersedia. Padahal, tumpukan limbah pertanian jagung yang melimpah dan tersebar luas di Kelurahan Sumberejo adalah salah satu sumber utama biomassa dari limbah pertanian yang potensial untuk produksi energi terbarukan. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk memecahkan persoalan itu adalah melalui pengolahan menjadi biobriket. Biobriket dari limbah pertanian jagung yang diproduksi mempunyai nilai kapasitas panas mencapai 9.454 kal/g dan merupakan angka yang cukup baik jika digunakan sebagai sumber panas. Metode penelitian ini diawali dengan pembuatan arang limbah pertanian jagung menggunakan metode pirolisis yang kemudian akan dicetak menggunakan hot press menjadi biobriket. Pemanfaatan biobriket tersebut akan menyediakan kebutuhan energi dasar untuk memasak dalam rumah tangga di seluruh desa Sumberejo dan desa-desa sekitarnya.

Kata Kunci: Briket, Biomassa, Limbah Jagung, Demak

Pendahuluan

Kelurahan Sumberejo, Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah merupakan kelurahan yang memiliki luas wilayah 12,31% dari total luas wilayah Kecamatan Mranggen atau sekitar 8,89 km². Dari total luas wilayah tersebut, 492,40 ha merupakan tegalan atau kebun yang sebagian besar ditanami jagung (Monografi Sumberejo, 2016). Tanaman jagung merupakan komoditas pertanian utama masyarakat desa Sumberejo, bahkan hasil panen jagung lebih besar daripada hasil panen padi sebagai makanan pokok. Setelah panen jagung, akan ada sejumlah limbah atau sisa residu yang tersisa. Limbah tersebut berupa batang, daun, rambut, kulit, dan bonggol jagung. Batang, daun, dan rambut jagung biasanya digunakan sebagai pakan ternak, dibuang atau dibakar begitu saja ditempat sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan.

Sekitar 70 sampai 80% pertanian jagung adalah limbah jagung (Pordesimo *et al.*, 2005; Shinnars *et al.*, 2006). Produksi pertanian jagung di Kelurahan Sumberejo, menghasilkan jagung kering sekitar 1,42 sampai 1,53 ton/ha. Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan dengan luas 492,40 ha yang merupakan tegalan atau kebun yang sebagian besar ditanami jagung dapat diperkirakan limbah jagung di Kelurahan Sumberejo sekitar 699,208 sampai 753,372 ton/panen. Kemudian, jika panen jagung setahun sebanyak 3 kali, maka dapat diperkirakan limbah jagung di Kelurahan Sumberejo sebanyak 2.097,624 sampai 2.260,116 ton/tahun. Limbah jagung yang begitu besar tersebut yang jika dibuang

atau dibakar begitu saja tentu saja akan mengakibatkan masalah yang serius dalam pencemaran udara dan membuang dengan percuma sumber bioenergi yang tersedia. Hal tersebut terlihat

hampir setiap panen jagung di sekitar Kelurahan Sumberejo selalu ada kepulan asap yang hampir selalu menutupi udara di kelurahan tersebut, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1b.

Padahal, tumpukan limbah jagung yang melimpah dan tersebar luas di Kelurahan Sumberejo adalah salah satu sumber utama biomassa dari limbah pertanian yang potensial untuk produksi energi terbarukan. Pemanfaatan limbah jagung sebagai sumber energi akan dapat mengurangi penggunaan energi fosil dan masalah emisi gas rumah kaca akibat hasil pembakaran limbah pertanian (Kauffman *et al.*, 2011; Huo *et al.*, 2011). Limbah jagung yang dimanfaatkan sebagai sumber bioenergi terbarukan yang paling sederhana dan dapat diaplikasikan secara langsung dan luas yaitu dalam bentuk bahan bakar padat dalam bentuk briket.

Oleh karena itu, pemanfaatan briket tersebut akan menyediakan kebutuhan energi dasar untuk memasak dalam rumah tangga di seluruh desa Sumberejo dan desa-desa sekitarnya yang biasanya menggunakan bahan bakar fosil seperti gas LPG (*liquid petroleum gas*). Sehingga, akan menjadikan pemanfaatan biomassa limbah jagung sebagai energi terbarukan sangat penting bagi peningkatan dan keberlanjutan ekonomi di desa Sumberejo dan sekitarnya, serta dapat ikut mengurangi emisi gas rumah kaca sebagai upaya perlindungan lingkungan hidup di desa Sumberejo.

Metode Penelitian

Tahapan dari kegiatan ini diawali dengan cara mengumpulkan limbah jagung di seluruh dusun di Kelurahan Sumberejo. Kemudian, limbah tersebut akan diproses menjadi bahan bakar dalam bentuk briket dengan menggunakan mesin pembentuk briket. Proses pembuatan briket limbah jagung akan dipusatkan di Dusun Puro dengan pasokan sumber bahan baku limbah jagung berasal dari dusun-dusun di Kelurahan Sumberejo. Briket yang dihasilkan, kemudian dijual secara lokal di dusun-dusun dan sekitar di Kelurahan Sumberejo dan juga di Kecamatan Mranggen serta di kelurahan-kelurahan sekitar di Kabupaten Demak. Rancangan rantai distribusi dan model operasi ditunjukkan pada Gambar 1.

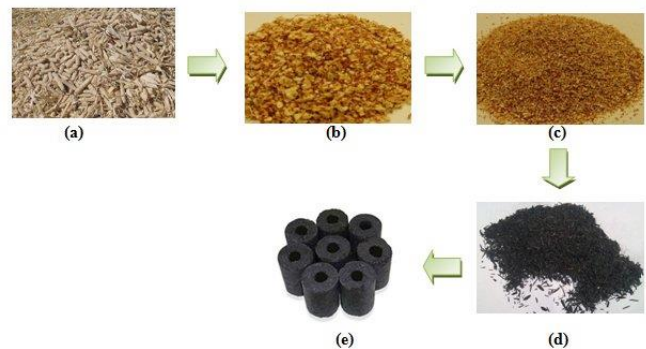
Secara garis besar tahapan pelatihan dan pendampingan pembuatan biomassa briket di Kelurahan Sumberejo meliputi sistem proses produksi briket dan rantai distribusi sampai ke tangan customer akhir yang akan diaplikasikan untuk kegiatan memasak sebagai pengganti gas LPG. Sistem proses pelatihan tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Rancangan distribusi dan model operasi limbah jagung menjadi briket dan pemasaran briket limbah jagung di Kelurahan Sumberejo



Gambar 2. Sistem proses pelatihan limbah jagung menjadi briket dan pemasaran briket limbah jagung



Gambar 3. (a) Tumpukan limbah jagung kering (b) limbah jagung giling dengan ukuran 2,8 mm (c) limbah jagung giling dengan ukuran 0,8 mm (d) arang limbah jagung (e) briket limbah jagung

Secara umum, teknik awal pembuatan briket dapat dilakukan dengan cara membuat bahan briket menjadi arang melalui proses pirolisis. Briket biomassa dibuat dengan bahan baku material biomassa dari limbah jagung. Proses pembuatan briket dengan cara penekanan dan mengeringkan campuran bahan menjadi blok yang keras (Masturi, *et al.*, 2017). Proses pembuatan briket limbah jagung ditunjukkan pada Gambar 3.

Hasil dan Pembahasan

Beberapa penelitian tentang pengolahan biomassa terutama *biowaste* atau sampah menjadi sumber energi terbarukan telah dilakukan (Masturi *et al.*, 2011a; 2011b). Salah satu penelitian yang mendukung dalam program ini adalah penelitiannya tentang pemanfaatan briket limbah bonggo jagung sebagai sumber energi terbarukan (Masturi *et al.*, 2017). Briket merupakan bahan bakar yang terbuat dari bahan organik padat atau biomassa yang dibuat dengan cara memampatkan bahan baku biomassa tak berbentuk menjadi bahan bakar padat dengan kerapatan tinggi dengan cara pengeringan, pemotongan, pengurangan, dan pembentukan melalui pengepresan (Smith *et al.*, 1997). Kelebihan pemanfaatan briket adalah menghasilkan lebih sedikit asap, memberikan panas tinggi, dan api yang tahan lebih lama daripada arang biasa. Briket dari limbah jagung memiliki kapasitas panas yang cukup tinggi (Bola *et al.*, 2013) dan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hamidi *et al.* (2011) menyimpulkan bahwa briket blotong yang diberi tambahan 15% limbah jagung dapat meningkatkan nilai kapasitas panasnya dari 2.074 kal/g menjadi 2.726 kal/g. Kemudian, diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh penelitian Masturi *et al.* (2017) bahwa kapasitas panas yang dihasilkan oleh briket dari limbah jagung sebesar 9.454 kal/g.

Pemanfaatan briket dari limbah jagung di Kelurahan Sumberejo, Demak yang dilakukan dapat menyediakan kebutuhan energi dasar untuk memasak dalam rumah tangga di seluruh desa dan bahkan produk briket yang dihasilkan dapat ikut dimanfaatkan desa-desa sekitarnya yang biasanya menggunakan bahan bakar fosil seperti gas LPG.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. Proses tahapan kegiatan (a) pengumpulan limbah jagung (b) produksi kompor briket limbah jagung (c) pengurangan limbah jagung (d) pengepresan limbah jagung

Sehingga, pemanfaatan biomassa limbah jagung tersebut sebagai energi terbarukan dapat meningkatkan ekonomi serta dapat ikut mengurangi emisi gas rumah kaca sebagai upaya perlindungan lingkungan hidup di desa Sumberejo, Demak.

Secara umum, penggunaan energi biomassa khususnya dari limbah jagung mempunyai kelebihan yaitu efisiensi energi dan emisi polutan udara yang rendah. Proses konversi energi terbarukan biomassa menjadi briket menjadikan hal yang utama untuk dikembangkan di seluruh Indonesia karena memiliki kelebihan yaitu, biaya rendah dan sederhana, sumber energi bersih untuk aplikasi memasak dalam negeri terutama di daerah pedesaan yang memiliki sumber biomassa yang melimpah, dan proses teknologi dalam pembuatan briket yang sudah dikenal.

Namun demikian, perkembangan energi terbarukan biomassa dalam bentuk briket di Indonesia termasuk lambat. Hal ini karena kurangnya industri yang mendukung dalam perkembangan energi terbarukan tersebut, pasokan bahan baku biomassa yang tidak stabil, teknologi yang mendukung masih terbatas, penjualan hasil produk briket yang tidak efisien, dan pasar briket yang masih kecil (Hu *et al.*, 2014). Padahal, selama dekade terakhir, harga minyak bumi telah berfluktuasi sesuai dengan tuntutan di pasar global. Akibatnya, sektor industri dan rumah tangga yang sangat tergantung dengan bahan bakar fosil menjadi sektor yang paling besar terkena dampaknya. Oleh karena itu, pemanfaatan briket di Desa Sumberejo, Demak merupakan langkah awal untuk merintis industri briket nasional dari limbah biomassa khususnya dari limbah jagung dan menyediakan kebutuhan energi dasar untuk memasak dalam rumah tangga.

Pelaksanaan program kerja di Desa Sumberejo Kecamatan Mranggen Kabupaten Demak didasarkan dari hasil observasi yang dilakukan satu bulan sebelum pelaksanaan program pengabdian. Pelaksanaan program pengabdian ini terbagi menjadi 3 proses yaitu sosialisasi pembuatan briket, produksi briket, dan pemasaran briket.

Program ini merupakan kegiatan pembuatan briket dengan bahan dasar limbah jagung dan sosialisasi pembuatan dan penggunaan briket kepada masyarakat desa. Pada tahap sosialisasi ini juga dilanjutkan dengan pendampingan pendirian Kelompok Usaha Bersama (KUB) Briket Desa Sumberejo yang diwujudkan dalam bentuk rumah produksi briket Desa Sumberejo. Rumah produksi ini ditempatkan di Dusun Puro dan

dijadikan sebagai dusun percontohan dari kegiatan produksi briket dari limbah jagung. Pada program kerja briket ditunjukkan pada Gambar 4 dan terdiri dari beberapa tahap antara lain:

3.1. Tahap Pra Produksi Briket

a. Pengumpulan Limbah Jagung

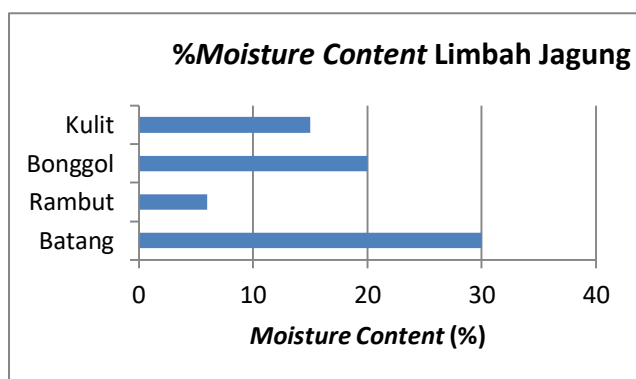
Tahap pertama dari program briket adalah pengumpulan dan pemilihan limbah jagung. Pengumpulan limbah jagung berupa batang, rambut, kulit, dan bonggol jagung ini dilakukan sejak 28 April hingga 4 Mei 2018 sebelum sosialisasi kepada masyarakat. Pengumpulan limbah jagung ini berasal dari 5 dusun yaitu dusun Karangase, Dawung, Dukoh, Sendang Delik, dan Puro. Limbah jagung tersebut dikumpulkan di dusun Puro untuk selanjutnya diproses ke tahap penjemuran limbah jagung.

b. Persiapan Tempat Pengarangan Limbah Jagung

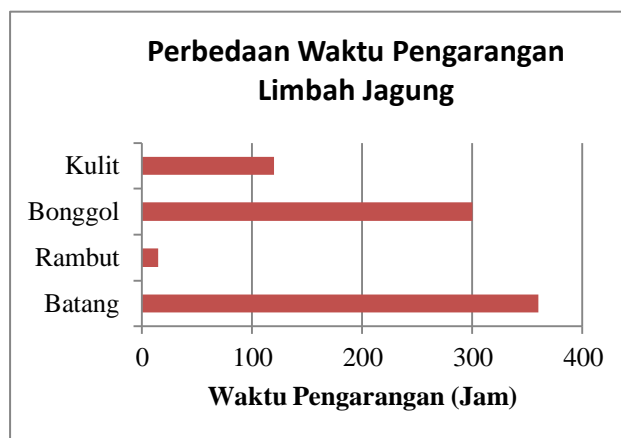
Tempat pengarangan dalam kegiatan ini yaitu dengan menggunakan drum bekas yang telah di desain khusus sehingga tidak banyak asap yang dikeluarkan ke lingkungan. Drum ini digunakan untuk proses pembakaran limbah jagung. Metode pembakaran yang dilakukan adalah dengan melakukan pembakaran pada drum besar yang ditutup rapat dan hanya diberi celah sedikit agar udara didalam drum memiliki kadar oksigen yang rendah. Proses pembakaran limbah jagung harus diatur suhu pembakaran agar tidak sampai menjadi abu.

c. Pembuatan Kompor Briket Limbah Jagung

Kompor briket ini digunakan untuk tempat apliaksi briket limbah jagung sebagai energi dasar untuk memasak dalam rumah tangga. Kompor briket ini berbahan alumunium seperti kompor minyak tanah. Penyediaan kompor dilakukan bersama dengan warga yang dilakukan pada 11 Mei hingga 20 Juni 2018. Kompor briket akan dibagikan kepada warga Dusun Puro sebagai dusun percontohan setelah sosialisasi briket untuk dapat dimanfaatkan. Hal ini bertujuan akan memotivasi warga untuk memanfaatkan limbah jagung untuk diolah menjadi bahan bakar briket yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari serta dapat dijadikan sebagai peluang usaha warga desa tersebut. Pada sosialisasi dan pembagian tungku briket pun mendapat apresiasi yang hangat dari warga Dusun Puro, dimana warga sangat antusias dalam mengikuti kegiatan ini.



Gambar 5. %Moisture Content Limbah Jagung di Desa Sumberejo, Mranggen, Demak



Gambar 6. Perbedaan Waktu Pengarangan Limbah Jagung di Desa Sumberejo, Mranggen, Demak

3.2. Tahap Produksi Briket

a. Proses Pengarangan Limbah Jagung

Tahap produksi briket diawali oleh tahap proses pengarangan limbah jagung yaitu dengan melakukan pembakaran pada limbah jagung yang telah siap dibakar. Pembakaran limbah jagung menjadi arang membutuhkan waktu 4 – 6 jam. Proses pembakaran diawali dengan proses pengeringan limbah jagung untuk mengatur dan mengontrol kelembaban setiap limbah jagung agar sama. Kelembaban atau *moisture content* (MC) yang sama akan memudahkan dalam proses pembakaran. Masing-masing limbah jagung sebelum dilakukan proses pengarangan dilakukan proses pengukuran MC. Sampel limbah jagung dipanaskan di dalam oven pada suhu 105 °C sampai berat konstan (SNI, 1992). Semakin tinggi% MC pada limbah jagung akan mengakibatkan proses pembakaran yang lama. Perbedaan %MC limbah jagung ditunjukkan pada Gambar 5.

Selain itu, waktu pembakaran yang berbeda tergantung dari *raw material* limbah jagung. Jika materialnya kebanyakan limbah batang jagung maka akan membutuhkan waktu yang lebih lama yaitu sekitar 6 jam. Sedangkan, jika materialnya kebanyakan limbah bonggol jagung membutuhkan waktu yang lebih pendek yaitu sekitar 5 jam dan jika limbah jagung hanya berupa rambut jagung hanya membutuhkan waktu 15 menit untuk proses pengarangannya. Proses pembakaran limbah jagung memang tidak dipisahkan setiap limbah karena untuk menghindari proses pembakaran menjadi abu. Proses pembakaran limbah jagung dilakukan dengan kadar oksigen yang rendah agar arang yang

dihasilkan mempunyai berkualitas lebih baik karena masih terdapat serat dan untuk menghindari proses pembakaran menjadi abu. Perbedaan waktu limbah jagung ditunjukkan pada Gambar 6.

b. Proses Penghalusan Arang

Penghalusan arang dilakukan untuk mempermudah formulasi bahan-bahan briket. Arang limbah jagung yang sudah jadi kemudian dihaluskan menggunakan blender. Proses ini dilakukan pada 13 Juli 2018. Setelah penghalusan, dilakukan proses mengayakan agar arang yang benar-benar halus terpisah dari butiran yang kurang halus. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kualitas briket apabila dipres.

c. Formulasi Bahan dan Pengepresan Briket

Formulasi bahan briket limbah jagung dilakukan dengan melakukan proses *mixing* antara arang limbah jagung, bahan aditif, dan *adhesive*. Bahan aditif yang digunakan dalam pembuatan briket yaitu dengan melakukan penambahan 1% kalium nitrat (KNO_3). Sedangkan, *adhesive* yang digunakan agar seluruh bahan menjadi satu adalah tepung kanji. Tepung kanji yang ditambahkan sebanyak 5%. Sebelum ditambahkan tepung kanji dibuat menjadi 30% larutan tepung kanji. Setelah bahan briket tercampur sempurna, briket siap dilakukan pengepresan menggunakan mesin pres briket.

d. Proses Pengeringan dan Uji Kualitas Briket

Proses pengeringan briket yang telah di pres dilakukan selama 3 -5 hari dibawah sinar matahari langsung. Namun, apabila menggunakan mesin oven maka pengeringan briket dapat lebih singkat yaitu dengan suhu 120 – 150 °C hanya membutuhkan waktu 1 - 2 jam. Proses pengeringan briket dikontrol dengan %MC briket yaitu antara 5-6%. Tujuan dari pengeringan briket ini untuk mempermudah perambatan panas atau api pada saat briket dibakar, sehingga api langsung menjalar pada bagian briket.

c. Tahap Pasca Produksi Sosialisasi Pembuatan dan Penggunaan Briket

Kegiatan ini sosialisasi pembuatan dan penggunaan briket dilakukan pada 9 Juli hingga 9 November 2018 di rumah Kepala Dusun Puro Desa Sumberejo. Sosialisasi ini dihadiri oleh Kepala Desa Sumberejo, jajaran Kepala Dusun dan Ketua RT dari beberapa dusun khususnya Dusun Puro. Ada dua tahap dalam sosialisasi yaitu *indoor* dan *outdoor*. Tahap *indoor* adalah tahap sosialisasi secara lisan dengan metode ceramah dan diskusi. Tujuannya mengubah pola pikir dari masyarakat agar tertarik dengan pengelolaan limbah jagung menjadi briket. Tahap kedua yaitu *outdoor* merupakan tahap

demonstrasi pembuatan dan penggunaan briket, mulai dari pengumpulan bahan, persiapan bahan, pencampuran bahan, dan pengepresan hingga pengeringan dengan oven. Kemudian, dilakukan pula cara aplikasi pembakaran briket dengan menggunakan kompor briket sebagai pengganti kompor gas LPG untuk aplikasi memasak. Berdasarkan, hasil sosialisasi tersebut mampu meningkatkan rasa antusias dari masyarakat untuk mencoba dan mengaplikasikannya. Terlebih dalam sosialisasi ini juga disampaikan bahwa keberlanjutan dari program kerja ini adalah Kelompok Usaha Bersama (KUB) dalam rumah produksi briket Desa Sumberejo.

Simpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari kegiatan pengabdian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai bahwa Mitra pengabdian di Kelurahan Sumberejo, Kabupaten Demak dapat menerima program pengabdian dengan antusias dan termotivasi dalam mengolah limbah jagung menjadi briket. Pada pembakaran limbah jagung dibutuhkan waktu 4 – 6 jam tergantung pada jumlah dan kelembaban limbah jagung yang akan dibakar. Kemudian, inovasi briket biomassa yang dihasilkan di Desa Sumberejo menggunakan bahan aditif KNO_3 untuk memudahkan briket terbakar. Briket yang dihasilkan sebelum siap digunakan harus dikeringkan terlebih dahulu selama 3 – 5 hari dibawah sinar matahari langsung. Namun, apabila menggunakan mesin oven maka penjemuran atau pengeringan briket dapat lebih singkat yaitu dengan suhu 120 – 150 °C hanya membutuhkan waktu 1 – 2 jam. Briket biomassa dari limbah jagung (batang, rambut, bonggol, dan kulit) mempunyai nilai kapasitas panas briket limbah jagung mencapai 9.454 kal/g dan merupakan angka yang cukup baik jika digunakan sebagai sumber panas.

Daftar Pustaka

- Bola, F.A., Bukola, A.F., Olanrewaju, I. S., Adisa, S.B. (2013). Design parameters for a small-scale batch in-bin maize dryer. *Agricultural Sciences*, **4(5B)**: 90-95
- Hamidi, N., Wardana, I., Sasmito, Handono. (2011). Pengaruh Penambahan Tongkol Jagung Terhadap Performa Pembakaran Bahan Bakar Briket Blotong (Filter Cake). *Jurnal Rekayasa Mesin*, **2(2)**: 92-97.
- Hu JJ, Lei TZ, Wang ZW, Yan XY, Shi XG, dan Li ZF.. (2014). Economic, Environmental and Social Assessment of Briquette Fuel From Agricultural Residues In China - A Study On Flat Die Briquetting Using Corn Stalk. *Energy*, **64**:557-66.
- Huo LL, Tian YS, Meng HB, Zhao LX, dan Yao ZL. (2011). Life Cycle Assessment Analysis For Densified Biofuel. *Acta Energiæ Solaris Sinica*. **32(12)**:1875-80.
- Kauffman N, Hayes D, dan Brown R. A. (2011). Life Cycle Assessment of Advanced Biofuel Production From A Hectare of Corn. *Fuel*. **90(11)**:3306-14.
- Masturi, Aliah, H., Aji, M.P., Sagita, A.A., Bukit, M., Sustini, E., Khairurrijal, dan Abdullah, M. (2011a). Effect of silica nanoparticles on compressive strength of leaves-waste composite. *AIP Conference Proc*, **1415**: 90 – 93.
- Masturi, Aryani, N. P., Alighiri, D., dan Edie, S.S. (2017). Developing of Indonesian Corn Cobs Briquettes as Biofuel Resources Energy Using Hot Press Method. *J Phys Conf Ser*, **824**: 0120071-9.
- Masturi, Mikrajuddin Abdullah, dan Khairurrijal. (2011b). High compressive strength of home waste and polyvinyl acetate composites containing silica nanoparticle filler. *J Mater Cycles Waste Manag*, **13**: 225-231.
- Pordesimo, L.O., B.R. Hames, S. Sokhansanj, dan W.C. Edens. (2005). Variation in Corn Stover Composition and Energy Content with Crop Maturity, *Biomass Bioenergy* **28**: 366–374.
- Shinners, K.J., G.C. Boettcher, J.T. Munk, M.F. Digman, R.E. Muck, P.J. Weimer, (2006) Single-Pass, Split-Stream of Corn Grain and Stover: Characteristic Performance of Three Harvester Configurations, *ASABE Paper No. 061015*, ASABE, St. Joseph, MI.
- Smith, I.E., S.D. Probert, R.E. Stokes, dan R.J. Hansford. (1997). The briquetting of wheat straw, *Agricultural Engineering Research* **22**: 105–111.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). (1992). Cara Uji Makanan dan Minuman SNI 01-2891-1992. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.