

KARAKTERISASI *PHYSICO-THERMAL HYBRID* BIOBRIKET LIMBAH BIOMASSA CANGKANG KOPI, TEMPURUNG KELAPA DAN *BAKING FILTER DUST*

Siti Nurjannah¹ Zahra Fona²

^{1,2} Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹sitinurjannahhh@gmail.com

²zahrafona@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan energi yang semakin meningkat dan ketersediaan bahan bakar yang menipis, mendorong perlunya inovasi terbaru untuk mendapatkan sumber energi yang dapat diperbaharui melalui bahan baku yang melimpah dan berkarakteristik sebanding. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik briket yang dibuat dari limbah biomassa Cangkang Kopi (CKP), Tempurung Kelapa (TPK) dan produk samping pabrik *Baking Filter Dust* (BFD) dengan menggunakan perekat kanji dan oli bekas. Bahan baku limbah biomassa CKP dan TPK dikeringkan dan dikarbonisasi dalam tunggu tertutup yang minim oksigen pada suhu 200-400°C. Kemudian arang CKP dan TPK dicrusher dan diayak dengan ukuran 60/80 *mesh*. Pencampuran bahan dilakukan dengan penambahan perekat sebanyak 4 gram. Pencetakan biobriket dilakukan dengan menggunakan alat pencetak silinder berdiameter 3,3 cm kemudian ditekan dengan press hidraulik dengan pemberian tekanan 150 kg/cm². Dari hasil penelitian diperoleh *hybrid* briket dengan *range* densitas 0,908-1,141 g/cm³, kadar air 1,81-4,02 %, kadar abu 3,79-7,09 %.

Kata kunci : *Baking filter dust*, cangkang kopi, *hybrid* briket, oli bekas, perekat kanji, tempurung kelapa.

ABSTRACT

The increasing energy needs and depleting availability of fuels, encourage the need for the latest innovations to obtain renewable energy sources through abundant raw materials and comparable characteristics. The purpose of this study was to determine the characteristics of briquettes made from coffee shell biomass waste (CKP), Coconut Shell (TPK) and baking filter dust (BFD) plant by using kanji adhesive and used oil. CKP and TPK biomass waste raw materials are dried and carbonized in a low-oxygen cover waiting at 200-400°C. Then charcoal CKP and TPK dicrusher and sifted with a size of 60/80 *mesh*. Mixing of materials is done with the addition of adhesive as much as 4 grams. Biobriquet printing is done using a cylinder printer 3.3 cm in diameter and then pressed with hydraulic press with a pressure of 150 kg/cm². From the results of the study obtained hybrid briquettes with a density range of 0.908-1.141 g/cm³, moisture content of 1.81-4.02 %, ash content of 3.79-7.09%.

Keywords: *Baking filter dust*, coffee shell, hybrid briquette, used oil, kanji, coconut shell.

I. PENDAHULUAN

Briket sebagai salah satu energi terbarukan yang ramah lingkungan ditenggarai akan menjadi energi favorit di masa depan.

Beberapa negara di dunia mempromosikan penggunaan briket sebagai bahan bakar pengganti arang kayu karena bahan bakunya yang melimpah dan mencegah eksploitasi kayu hutan, serta tidak mengeluarkan gas

polutan. Briket dibuat dari limbah biomassa mendapat perhatian khusus karena dapat meminimalkan limbah biomassa dari hasil pertanian, perkebunan, dan industri. Briket sebagai bahan bakar padat sudah mulai dimanfaatkan untuk keperluan memasak di beberapa negara menggantikan penggunaan minyak, gas dan arang kayu karena mampu memberikan cita rasa khas pada masakan.

Hakizimana dan Kim (2016) telah melakukan penelitian pembuatan briket dari limbah gambut sebagai bahan bakar baru yang ramah lingkungan dan murah untuk rumah-rumah penduduk negara Rwanda, yang sebelumnya menggunakan kayu bakar dan arang sebagai bahan bakar. Dari pengaplikasian briket tersebut penduduk Rwanda dapat menghemat sampai 30% biaya dibandingkan dengan penggunaan arang, dan penggunaan briket ini pun telah mengurangi emisi gas berbahaya yang sebelumnya dihasilkan dan penggunaan arang sebagai bahan bakar penduduk. Ini menunjukkan bahwa sangat layak briket dari biomassa digunakan sebagai bahan bakar padat menggantikan bahan bakar lain.

Menurut Thabuota, dkk (2015), dengan sifat terbarukan, ketersediaan yang banyak dan tidak menghasilkan CO₂ menjadikan biomassa sebagai bahan yang sangat baik digunakan sebagai sumber baru energi. Salah satu penyumbang biomassa terbanyak di Aceh adalah limbah biomassa yang berasal dari perkebunan kopi. Kopi menjadi salah satu komoditas terbesar yang dimiliki Aceh dengan produksi 46.828 ton/tahun (BPS, 2017). Limbah cangkang kopi kering sebanyak 200 kg akan dibuang dalam tiap ton kopi basah yang diproduksi (Widyotomo S, 2013). Dengan jumlah tersebut maka cangkang kopi sangat potensial dimanfaatkan untuk pembuatan briket.

Raudah dan Zulkifli (2017) telah membuat briket dari cangkang kopi dengan memiliki nilai kalor 5713,672 kal/g, nilai ini masih di bawah standar internasional. Sehingga dalam penelitian ini cangkang kopi akan dicampurkan dengan tempurung kelapa dan *Baking Filter Dust* (BFD). Arang tempurung kelapa memiliki nilai karbon tetap berkisar

antara 78%-80% (Mozammel dkk, 2002 dan Maryono dkk, 2013). BFD mengandung *fixed carbon* 84,58%, kadar air 1,49%, dan *volatile matter* 2,38% dan ukuran partikel dengan *blain number* 13582,9 nPm (Data Laboratorium Inalum, 2017). Karakteristik briket yang diharapkan adalah briket memiliki tekstur yang halus dan mengkilap, daya bakar baik, *heating value* tinggi sesuai standar internasional. Tekstur halus dapat diperoleh dari arang cangkang kopi (Raudah dan Zulkifli, 2017), BFD juga dapat memberikan permukaan yang halus karena ukuran partikelnya yang sangat kecil, selain itu kadar karbon BFD yang sangat tinggi akan meningkatkan nilai kalor briket.

BFD merupakan debu kokas yang dihasilkan dalam proses pemanggangan blok anoda karbon yang akan digunakan dalam proses elektrolisis reduksi alumina di pabrik peleburan aluminium PT INALUM. PT INALUM (persero) adalah perusahaan besar dengan pabrik peleburan aluminium yang memproduksi 225.000 ton/tahun aluminium. Dalam pabrik peleburan ini, aluminium dihasilkan dengan sistem elektrolisis. Alumina direduksi di dalam pot (*furnace*) dengan temperatur 980°C menjadi aluminium cair yang akan menghasilkan aluminium dengan konsentrasi diatas 97%. Proses reduksi yang dilakukan dengan proses elektrolisis ini akan mengkonsumsi energi listrik yang sangat besar dan menggunakan media proses berupa anoda karbon, katoda, dan elektrolit yaitu kriolit. Proses reduksi ini akan menyebabkan terkonsumsinya anoda selama proses berlangsung, sehingga ketersediaan anoda adalah hal yang penting dalam proses peleburan. Anoda yang digunakan dalam proses reduksi pada pabrik peleburan ini diproduksi sendiri oleh PT INALUM sesuai dengan kebutuhan pot reduksi yang bertipe *Prebaked Anode Furnace* (PAF) (Nurjannah, 2017).

Proses produksi anoda dibagi menjadi tiga proses utama yaitu proses pembuatan anoda, proses pemanggangan anoda, dan proses penangkaian anoda. Kokas dan *pitch* dicampur dan dicetak hingga membentuk anoda mentah, lalu anoda mentah tersebut

akan dipanggang pada suhu 1250°C sehingga membentuk anoda panggang yang ditangkai untuk langsung bisa digunakan pada proses reduksi. Pada proses pemanggangan, karbon blok dipanggang menggunakan kokas sebagai *packing*. *Packing* kokas berfungsi untuk mencegah oksidasi karbon blok dalam *furnace*. Kokas yang terus-menerus terpapar panas dalam *furnace* sebagai *packing* hingga suhu 1250°C selama sehari-hari, lama kelamaan akan hancur dan berubah menjadi debu. Debu kokas dari proses pemanggangan ini disebut *Baking Filter Dust* (BFD) (Nurjannah, 2017).

Jenis perekat juga mempengaruhi kualitas briket, Shuma dan Madyra (2017) menyatakan bahwa perekat kanji memiliki daya rekat cukup baik untuk briket dan harganya sangat murah. Oli bekas memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap nilai kalor briket, penambahan oli bekas dari 10%-30% memberikan kenaikan nilai kalor sampai 20,7% (Utomo, 2013). Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dicoba menggunakan perekat kanji dan oli bekas baik secara tunggal maupun secara campuran.

Permasalahan utama dari briket yang mudah diproduksi dan murah ini adalah karena spesifikasi dan kualitas yang sangat jauh di bawah bahan bakar padat yang sudah ada: tekstur yang kurang menarik, mudah pecah, nilai kalor yang belum berstandar internasional, sehingga secara komersial briket tersebut belum dapat dipasarkan. Oleh karena itu perlu ditemukan suatu kombinasi terbaik untuk biomassa yang akan dapat menghasilkan briket terbaik sehingga dapat bersaing dan bersanding dengan bahan bakar komersial yang sudah ada saat ini. Untuk itu, pencampuran biomassa arang cangkang kopi, tempurung kelapa dengan BFD diharapkan dapat memenuhi kriteria tersebut. Hasil terbaik ditinjau dari *heating value* (HHV), densitas, kadar air, kadar abu dan relaksasi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari cangkang kopi

(CKP) yang diperoleh dari perkebunan kopi di Aceh Tengah, tempurung kelapa (TPK) dari pasar Kota Lhokseumawe, *Baking Filter Dust* (BFD) dari pabrik peleburan aluminium PT INALUM di Sumatra Utara. Bahan perekat yang digunakan yaitu perekat kanji yang diperoleh dari pasar Kota Lhokseumawe, dan oli bekas dari bengkel-bengkel yang ada di daerah Lhokseumawe.

Peralatan yang diperlukan adalah tungku pembakaran untuk membakar cangkang kopi dan tempurung kelapa menjadi arang, crusher, ayakan 60/80 mesh, oven, timbangan analitik, cetakan briket, dan alat tekan.

B. Variabel Penelitian.

Variabel tetap meliputi berat bahan baku briket sebanyak 20 gram untuk satu sampel, ukuran partikel CKP dan TPK yaitu 60/80 *mesh*, dan perbandingan air dan kanji saat pembuatan perekat kanji sebesar 6:1. Variabel bebas terdiri dari perbandingan bahan baku CKP, TPK dan BFD yaitu 1:1:1 ; 1:2:1 ; 1:2:2 ; 2:1:1 ; 1:1:2 dan perbandingan perekat kanji dan oli bekas 1:0 ; 1:1 ; 0:1. Variabel terikat antara lain nilai kalor, kadar air, kadar abu, densitas, dan relaksasi.

C. Pembuatan Briket.

Bahan baku cangkang kopi dan tempurung kelapa dikeringkan dan dibersihkan dari *impurities*, lalu diarangkan dengan pembakaran yang minim oksigen. Arang yang dihasilkan kemudian dicrusher dan diayak dengan ukuran 60/80 *mesh*.

Masing-masing bahan baku ditimbang sesuai dengan variasi perbandingan massa (CKP: TPK: BFD) untuk menghasilkan sampel briket seberat 20 gram, diaduk sampai homogen, dan ditambahkan 4 gram perekat. Pasta briket dimasukkan ke dalam cetakan dan diberi tekanan 150 kg/cm². Dikeringkan dibawah sinar matahari selama 3 hari.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah biomassa cangkang kopi dengan kapasitas yang sangat besar yang saat ini hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak oleh masyarakat sebenarnya sangat potensial dijadikan bahan baku briket. Dengan nilai kalor briket arang yang melebihi 5000 kal/g

(Raudah dan Zulkifli, 2017) menjadikan cangkang kopi bahan baku yang kompetitif penggunaannya. Proses awal limbah biomassa cangkang kopi dan tempurung kelapa kering dikarbonisasi dengan temperatur 200-400°C di dalam wadah besi bertutup yang terisolasi dari oksigen, selama 3 jam untuk cangkang kopi dan 5 jam untuk tempurung kelapa. Karbonisasi merupakan proses yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan karbon, mengurangi kandungan air serta menghilangkan zat-zat volatil (Jamilatun S, 2008) yang ada di dalam limbah biomassa sehingga dapat memberikan panas yang lebih besar daripada biomassa mentah (Qistina dkk, 2016, dan Fona Z, 2015). Setelah proses karbonisasi terbentuk arang cangkang kopi dan tempurung kelapa yang hitam dan rapuh, dan siap digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket.

Arang limbah biomassa selanjutnya dihancurkan dan diseragamkan ukurannya dengan menggunakan ayakan 60/80 *mesh* sehingga partikel lolos pada 60 *mesh* dan tertahan di ukuran 80 *mesh*. Arang-arang tersebut kemudian dianalisa nilai kalornya, didapatkan nilai 6474 kal/g untuk arang CKP dan 7015,69 kal/g untuk Arang TPK. Bahan baku ketiga yaitu BFD, dalam penggunaannya BFD tidak perlu melalui

proses apapun, karena bahan BFD yang diambil langsung dari pabrik sudah berbentuk serbuk halus dengan ukuran partikel yang sangat kecil dan sudah melalui proses pemanasan dengan suhu yang sangat tinggi. Analisa nilai kalor untuk BFD sebelum pencampuran memperoleh nilai mencapai 6434,59 kal/g.

Ketiga bahan baku kemudian dicampurkan dan ditambah perekat sebanyak 4 gram. Perekat yang digunakan yaitu perekat kanji dan oli bekas. Perekat kanji dibentuk dari campuran tepung kanji dan air dengan perbandingan 1:6 dan dimasak selama 5 menit hingga membentuk gel kanji, kemudian gel kanji ini ditimbang 4 gram untuk perekat kanji:oli bekas 1:0 dan 2 gram untuk perekat 1:1 dan selebihnya oli bekas. Setelah proses pencampuran sesuai dengan komposisi, pasta briket dicetak menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan diameter 3,3 cm dan kemudian ditekan menggunakan press hidrolik dengan tekanan mencapai 150 kg/cm². Tahap terakhir yaitu pengeringan briket dilakukan dengan proses penjemuran di bawah sinar matahari selama 3 hari.

Dari penelitian ini diperoleh hasil berupa data pengamatan, analisa dan pengolahan data seperti berikut.

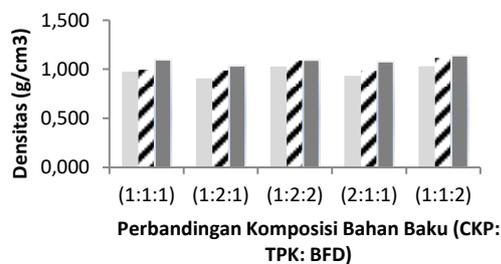
TABEL I
 HASIL ANALISA DENSITAS, NILAI KALOR, KADAR AIR, KADAR ABU DAN
 RELAKSASI *HYBRID* BRIKET

NO	Komposisi Arang (CKP:TPK:BFD)	Perekat (Kanji:Oli Bekas)	Densitas (g/cm ³)	Nilai Kalor (kal/gr)	Kadar air (%)	Kadar Abu (%)
1	1:1:1	1:0	0,9754	6800,49	3,32	4,76
2	1:2:1	1:0	0,9081	6755,35	3,98	5,81
3	1:2:2	1:0	1,0279	6752,01	3,54	5,77
4	2:1:1	1:0	0,9335	6710,93	4,02	4,62
5	1:1:2	1:0	1,0295	6732,42	3,68	6,64
6	1:1:1	1:1	0,9939	7120,78	3,76	5,43
7	1:2:1	1:1	0,9880	7129,61	3,48	6,25
8	1:2:2	1:1	1,0883	7178,58	3,72	6,69
9	2:1:1	1:1	0,9868	7103,34	3,94	4,98
10	1:1:2	1:1	1,1160	7109,07	2,45	7,09
11	1:1:1	0:1	1,0979	7505,79	3,04	3,79
12	1:2:1	0:1	1,0380	7514,62	2,69	4,33

13	1:2:2	0:1	1,0959	7493,61	2,15	6,81
14	2:1:1	0:1	1,0787	7461,84	2,85	6,18
15	1:1:2	0:1	1,1413	7497,90	1,81	6,78

A. Densitas

Densitas atau kerapatan mendeskripsikan kepadatan briket yang dihasilkan. Dalam pembuatan briket, semakin tinggi densitas maka akan semakin baik juga kualitas briket yang dihasilkan. Dengan densitas yang tinggi, briket dapat memberikan panas yang lebih lama karena semakin banyak massa bahan baku yang termampatkan dalam satu satuan volum briket. Dengan densitas yang baik diperoleh briket yang tidak mudah pecah dan efisien dalam penyimpanan karena volumenya yang semakin kecil (Fona Z, 2017). Densitas briket dipengaruhi oleh ukuran partikel, tekanan pembriketan dan jenis bahan baku yang digunakan. Tekanan pengepresan akan menyatukan bahan dan perekat briket sehingga akan memenuhi pori-pori dan membentuk briket yang lebih padat (Afriani, 2017).



Gambar 1 Grafik perbandingan komposisi bahan baku dengan perekat kanji:oli = 1:0 (■), kanji:oli = 1:1 (▨), dan kanji:oli = 0:1 (■) terhadap densitas briket.

Gambar 1 menunjukkan densitas yang dihasilkan briket dari semua komposisi dan jenis perekat berkisar antara 0,908-1,141 g/cm³. Kandungan BFD lebih banyak dalam briket, memberikan densitas briket lebih besar dibandingkan yang lain. Hal ini disebabkan ukuran partikel BFD yang sangat kecil sehingga dapat memenuhi pori-pori briket pada saat

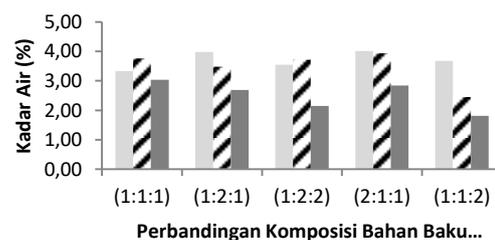
pembentukan. Penggunaan perekat oli lebih banyak sebagai perekat juga memberikan densitas briket yang lebih besar dibanding dengan penggunaan perekat kanji, hal ini disebabkan densitas oli bekas yang lebih besar dari pada perekat kanji yakni berkisar 0,868-0,91 gr/cm³ (Prasaji, dkk, 2013; Owolabi, dkk, 2013).

Densitas tertinggi diperoleh pada komposisi bahan baku CKP:TPK:BFD = 1:1:2 dengan perekat kanji:oli = 0:1 atau 12 % oli sebagai perekat, mencapai 1,141 g/cm³, dan densitas terendah oleh CKP:TPK:BFD = 1:2:1 dengan perekat kanji 12 % yaitu 0,908 g/cm³.

B. Kadar air

Kadar air yang terkandung di dalam briket sangat berpengaruh pada kualitas briket (Fona Z, 2017). Kadar air diharapkan serendah mungkin pada briket. Semakin tinggi kadar air terkandung dalam briket maka akan menyebabkan penurunan nilai kalor, proses penyalaan yang sulit, dan banyak menimbulkan asap saat penggunaannya sebagai bahan bakar.

Hasil analisa kadar air briket yang diperoleh berkisar antar 1,81-4,02% (Gambar 3). Kadar air briket yang dibuat dari komposisi bahan baku BFD yang besar, menghasilkan briket dengan kandungan air yang lebih sedikit dibandingkan dengan komposisi yang lain. Hal ini disebabkan karena kadar air BFD sebelum dicampurkan sangat kecil yaitu 1,49%, sehingga tidak banyak menambah kontribusi kadar air dalam briket.

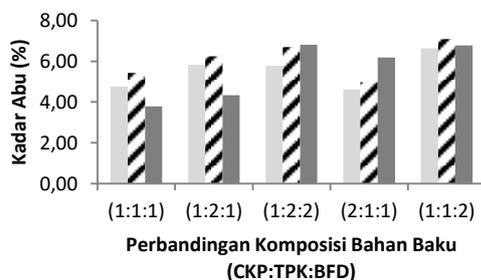


Gambar 3 Grafik perbandingan komposisi bahan baku dengan perekat kanji:oli = 1:0 (■), kanji:oli = 1:1 (▨), dan kanji:oli = 0:1 (▩) terhadap kadar air briket.

Berdasarkan jenis perekat, kadar air yang dimiliki briket dengan perekat kanji 4 gram lebih tinggi dibandingkan dengan briket yang menggunakan perekat oli bekas. Penggunaan oli bekas sebagai perekat menghasilkan briket dengan kadar air yang sangat minim. Oli bekas tidak mengandung air, lain halnya dengan perekat kanji yang dibuat dengan mencampurkan air sehingga kadar air di dalamnya memberikan tambahan kadar air pada briket. Berdasarkan bahan baku, menurut penelitian sebelumnya oleh Qistina, dkk (2016), kadar air yang dihasilkan dari briket dengan arang tempurung kelapa menggunakan perekat kanji menghasilkan kadar air senilai 4,24%. Dan nilai kadar air dari briket berbahan baku arang cangkang kopi memiliki kadar air sebesar 3-7% (Aprita IR, 2016).

C. Kadar Abu

Kadar abu adalah kadar dari zat yang tersisa setelah proses pembakaran pada suhu tinggi. Unsur utama abu yaitu mineral silika yang memiliki pengaruh dapat menurunkan nilai kalor briket. Banyaknya kadar abu disebabkan oleh kandungan pengotor seperti mineral-mineral yang terkandung dalam arang dan tertinggal saat dalam proses pembakaran briket (Ristianingsih Y dkk, 2015).



Gambar 3 Grafik perbandingan komposisi bahan baku dengan perekat kanji:oli = 1:0 (■), kanji:oli = 1:1 (▨), dan kanji:oli = 0:1 (▩) terhadap kadar abu briket.

Gambar 4 menunjukkan briket dengan kandungan BFD yang besar, menghasilkan kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi bahan baku yang lainnya. Hal ini menandakan bahwa BFD mengandung lebih banyak mineral dibandingkan dengan arang limbah biomassa CKP dan TPK. Diketahui nilai kadar abu yang dimiliki oleh BFD mencapai 11,55%. Dari jenis perekat yang digunakan, kadar abu lebih tinggi didapatkan dari briket berperekat oli bekas. Hasil kadar abu terendah 3,79 % dengan komposisi CKP:TPK:BFD = 1:1:2 berperekat oli, dan kadar abu tertinggi 7,09% dengan CKP:TPK:BFD = 2:1:1 berperekat kanji:oli = 1:1. Menurut SNI 01-6325-2000 kadar abu maksimal 8%. Berdasarkan kadar abu, briket dengan semua komposisi dan jenis perekat dalam penelitian ini telah memenuhi standar tersebut.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perbandingan komposisi paling optimal terhadap pembentukan *hybrid* briket yaitu CKP:TPK:BFD = 1:1:1 dan CKP:TPK:BFD = 1:2:1. Briket dengan komposisi tersebut memberikan nilai densitas lebih besar, kadar air dan kadar abu lebih sedikit. Penggunaan jenis perekat pada pembuatan *hybrid* briket berpengaruh signifikan terhadap karakteristik briket. Briket dengan perekat kanji:oli = 0:1 menghasilkan nilai kadar air lebih sedikit dan densitas lebih besar dibandingkan dengan penggunaan perekat kanji:oli = 1:0 dan kanji:oli = 1:1. Sedangkan, briket dengan perekat kanji:oli = 1:0 memberikan kadar abu lebih sedikit.

REFERENSI

Afriani, C D., Yufita, E., dan Nuralita. 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(1). Hal 6-9.
- Ahiduzzaman, Md dan Islam, A. K. M. S. 2013. Development of Biomass Stove for Heating up Die Barrel of Rice Husk Briquette Machine. *Procedia Engineering* 56. Hal 777-781.
- Akhyar. 2014. Perancangan dan pembuatan tungku peleburan logam dengan pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2014*.
- Anukam, A., Mamphweli, S., Reddy, P., Meyer, E., Okoh, O. 2016. Pre-processing of Sugarcane Bagasse of Gasification in A Downdraft Biomass Gasifier System: A Comprehensive Review. *Renewable and Sustainable Energy Review* 66. Hal 775-801
- Asip, F., Anggun, T, dan Fitri, N. 2014. Pembuatan Briket dari Campuran Limbah Plastik LDPE, Tempurung Kelapa dan Cangkang Sawit. *J. Teknik Kimia*. Vol. 20 (2), hal 45-54.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Provinsi Aceh Dalam Angka 2017. Banda Aceh.
- Badab Standarisasi Nasional. 2017. SNI 01-6235-2000. Indonesia.
- Budi, E. 2011. Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Penelitian Sains* 14 (4B). Hal 25-29
- Fona, Z. 2017. Optimation of palm empty fruit bunch and palm kernel shell biobriquettes characteristics using response surface methodology. *Proceeding Seminar Internasional ICOLIB*, 7-8 Agustus, Jember, Jawa Timur.
- Gómez, R., Gallego, E., Fuentes, J.M., Montellano, G.C., dan Ayuga, F., 2014. Values for Particle-Scale Properties of Biomass Briquettes Made from Agroforestry Residues. *Particuology* 12, hal 100-106.
- Hakizimana Jean de D K, Kim Hyung-Teak. 2016. Peat briquette as alternative to cooking fuel: A techno-economic viability assessment in Rwanda. *Energy* 102, hal 137-145.
- Haykiri-acma, H dan Yaman, S. 2010. Production of Smokeless Bio-Briquettes from Hazelnut Shell. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2010 Vol II*, 20-22 Oktober, San Francisco, USA
- Jamilatun, S. 2008. Sifat-sifat penyalaandan dan pembakaran briket biomassa, briket batubara dan arang kayu. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol 2 (2). Hal 37-40.
- Jittabut, P. 2015. Physical and Thermal Properties of Briquette Fuels from Rice Straw and Sugarane Leaves by Mixing Molasses. *International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economics 2015*. *Energy Procedia* 79, hal. 2-9.
- Laboratorium PT. INALUM. Laporan Hasil Pengujian Komposisi Baking Filter Dust. Tanggal 17 Maret 2017.
- Lubwama Michael, Yiga V A. 2017. Characteristics of briquettes developed from rice and coffee husk for domestic cooking applications in Uganda. *Renewable Energy*. Kampala, Uganda.
- Qistina, I., Sukandar, D., dan Trilaksono. 2016. Kajian Kualitas Briket Biomassa dari Sekam Padi dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia* Vol 2(2). Hal 136-142.
- Raudah dan Zulkifli. 2017. Optimization of Binder Addition and Particle Size for Densification of Coffee Husks Briquettes Using Response Surface Methodology. *The 3rd International Conference on Chemical Engineering Sciences & Applications*, 20-21 September 2017, Banda Aceh
- Sanchez Eduardo A, Pasache Milagros B, Garcia Marcos E. 2014. Development of Briquettes from Waste Wood (Sawdust) for Use in Low-income

- Households in Piura, Peru. *Proceedings of the World Congress on Engineering* Vol II, WCE 2014, 2-4 Juli, London, UK.
- Sastry, M. K. S., Bridge, J., Brown, A., Williams, R. 2013. Biomass Briquettes: A Sustainable and Environment Friendly Energy Option for *The Caribbean. Fifth International Symposium on Energy*, 7-8 Februari, Puerto Rico.
- Shuma, R dan Madyra, D.M. 2017. Production of Loose Biomass Briquettes from Agricultural and Forestry Residues. *Pros. International Conference on Sustainable Materials and Manufacturing (SMPM)*, 23-25 Januari. Kruger National Park.
- Simanjuntak, R.E.V. 2011. Kopi. *Artikel Ilmu Bahan Makanan*. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Soekardi, Y. 2012. Pemanfaatan & Pengolahan Kelapa Menjadi Berbagai Bahan Makanan dan Obat Berbagai Penyakit. *Yrama Widya*. Bandung.
- Tan Y I, Abdullah A Z, Hameed B H. 2017. Fast pyrolysis of durian (*Durio zibethinus L*) shell in a drop-type fixed bed reactor: Pyrolysis behavior and product analyses. *Bioresource Technology* 243, Hal 85-92.
- Thabuota M, Pangketanang T, Panyacharoen K, Momgkut P, Wongwicha P. 2015. Effect of Applied Pressure and Binder Proportion on the Fuel Properties of Holey Bio-Briquettes. *International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economics. Energy Procedia* 79, Hal 890-895.
- Utomo AF, Primastuti, Nungki. 2013. Pemanfaatan Limbah Furniture Enceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) di Koen Gallery Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Briket Bioarang. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 2(2). Hal 220-225.
- Wang Qian, Han Kuo, Gao Jie, Li Hui, Lu Chunmei. 2017. The pyrolysis of biomass briquettes: Effect of pyrolysis temperature and phosphorus additives on the quality and combustion of bio-char briquettes. *Fuel* 199, hal. 488-496.
- Widyotomo S. 2013. Potensi dan Teknologi Diversifikasi Limbah Kopi Menjadi Produk Bermutu dan Bernilai Tambah. *Review Penelitian Kopi dan Kakao* 1 (1), Hal 63-80.