

Development of Bio-Charcoal Briquette as Friendly Renewable Energy

Addion Nizori^{1*}, Sahrial², Fitry Tafzi³, Yernisa⁴, Dian Wulansari⁵, Nurhaliza Dian Pratama⁶, Hilal Assegaf⁷

^{1*}Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Jambi University Jl. Raya Jambi-Palembang KM.13 Pondok Meja Campus , Jambi. Indonesia, Email: addion_nizori@unja.ac.id

²Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Jambi University Jl. Raya Jambi-Palembang KM.13 Pondok Meja Campus , Jambi. Indonesia, Email: sahrial@unja.ac.id

³Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Jambi University Jl. Raya Jambi-Palembang KM.13 Pondok Meja Campus , Jambi. Indonesia, Email: fitry_tafzi@unja.ac.id

⁴Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Jambi University Jl. Raya Jambi-Palembang KM.13 Pondok Meja Campus , Jambi. Indonesia, Email: yernisa@unja.ac.id

⁵Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Jambi University Jl. Raya Jambi-Palembang KM.13 Pondok Meja Campus , Jambi. Indonesia, Email: dian_wulansari@unja.ac.id

⁶Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Jambi University Jl. Raya Jambi-Palembang KM.13 Pondok Meja Campus , Jambi. Indonesia, Email: nurhaliza_dp@yahoo.com

⁷Department of Environmental Science, Postgraduate Faculty, Jambi University Jl. Raya Jambi-Palembang KM.13 Pondok Meja Campus , Jambi. Indonesia, Email: hilalassegaf27@gmail.com

*Corresponding author. Email: addion_nizori@unja.ac.id

ABSTRACT

Extracting crude palm oil (CPO) from the fresh fruit bunch (FFB), it will generates large amount of wastes, for example empty fruit bunch (EFB) (23%), mesocarp fibre (12%), shell (5%) and palm oil mill effluent (POME) (60%) for every tonne of FFB processed in the mills. EFB contains high amount of nutrients. In the past, the EFB are burnt to produce ash, which used as fertilizer, however the burning of EFB leads to the environmental issues such as air pollution This study was aimed to develop bio-charcoal briquette from palm oil mill waste as friendly renewable energy.

The research data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) then followed by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at the 5% level. Based on the research results, the making of biobriquette had a significant effect on water content, ash content, heating value and had no significant effect on yield.

. **Keywords:** Bio-Charcoal Briquette, Palm Oil Mill Waste, and Renewable Energy

I. PENDAHULUAN

Biobriket berbentuk tertentu yang dibuat dengan teknik karbonisasi, pengepresan dan menggunakan perekat sebagai bahan pengeras. Butiran halus bioarang hasil dari karbonisasi bahan hayati membutuhkan perekat dalam proses pembuatan briket, supaya biobriket tidak mudah hancur. Terdapat dua golongan perekat dalam pembuatan biobriket, yaitu perekat yang banyak menghasilkan asap (*tar*, *pitch*, *clay*, dan *molases*) dan perekat yang kurang menghasilkan asap (pati, dekstrin, dan tepung beras) (Karim, 2014). Salah satu bahan perekat yang paling banyak digunakan dalam pembuatan biobriket adalah tepung tapioka. Tapioka memiliki keuntungan yaitu menghasilkan biobriket yang tidak berasap dan tahan lama walaupun nilai kalor tidak tinggi, tetapi ramah lingkungan.

Biobriket dengan kualitas baik memerlukan komposisi dan konsentrasi yang tepat, supaya panas yang dihasilkan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Masalah utama dalam pembuatan briket adalah menentukan komposisi dan konsentrasi perekat yang tepat, supaya kualitas briket semakin tinggi dan penggunaannya semakin meningkat (Mirnawati, 2012). Menurut Jumiati (2015), tentang uji komposisi bahan pembuatan briket kulit durian, menghasilkan komposisi terbaik dengan perbandingan arang kulit durian dan perekat tapioka 65 : 35% yang memiliki nilai kadar air, densitas, kadar abu dan kadar karbon sesuai standar mutu briket Indonesia.

Berdasarkan uraian di atas, limbah kulit nangka muda merupakan kategori biomassa yang dapat di manfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan. maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Perekat Tapioka Dalam Pembuatan Briket Limbah Kulit Nangka Muda (*Artocarpus Heterophyllus* Lamk) Sebagai Sumber Energi Alternatif”.

II.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan, di Workshop Teknik Pertanian, Laboratorium Analisis Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian dan UPT. Laboratorium Dasar dan Terpadu Universitas Jambi.

a. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit nangka muda, tepung tapioka dan air. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tungku pembakaran, drum besi, ayakan berukuran 70 *mesh*, oven, cawan alumunium, toples, pisau, alat cetakan briket (pipa sambungan), press tambal ban, timbangan analitik, pengaduk, penumbuk, furnace, dan termometer.

b. Rancangan penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 taraf perlakuan campuran perekat tapioka. Perlakuan pencampuran konsentrasi antara serbuk arang kulit nangka muda dan perekat tapioka yaitu:

B1 = (arang kulit nangka muda : perekat tapioka 60 : 40%).

B2 = (arang kulit nangka muda : perekat tapioka 65 : 35%).

B3 = (arang kulit nangka muda : perekat tapioka 70 : 30%).

B4 = (arang kulit nangka muda : perekat tapioka 75 : 25%).

Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali dan diperoleh 20 satuan percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan metode ANOVA. Jika berbeda nyata maka dilanjutkan dengan *Duncan's New Multiple Range Test* pada taraf 5%.

c. Pelaksanaan penelitian

Persiapan bahan baku

Limbah kulit nangka muda di peroleh dari pedagang nangka muda di pasar tradisional angsa duo kota Jambi, dikumpulkan sebanyak 130 kg. Kulit nangka dipotong dengan ukuran 2 cm, dikeringkan pada panas matahari selama 7 hari, ditandai sudah rapuh dipatahkan.

Proses karbonisasi dan pengayakan (Alfajriandi, dkk. 2017).

Proses karbonisasi dilakukan dengan cara Pertama dinyalakan api pada tunggu dengan bantuan blower, setelah api stabil diletakkan drum pembakaran, kemudian dimasukkan kulit nangka kering, di tutup dan di panaskan selama 3 jam. Pembakaran dihentikan setelah ditandai di sela-sela drum tidak keluar asap, di diamkan selama beberapa jam, tanpa membuka tutup drum agar oksigen tidak masuk. Arang yang dihasilkan disortir ketika drum dingin. Arang hasil karbonisasi dihaluskan dan di ayak ukuran 70 mesh.

Pembuatan perekat (Mutiara, 2015)

Tepung tapioka ditimbang 150 g, di campur dengan air 1,5 liter sampai homogen, atau ditandai dengan perubahan warna dari putih menjadi keruh sampai bening. Perekat siap dicampurkan dengan arang dalam pembuatan briket

Pembuatan briket (Mutiara, 2015)

Arang halus masing-masing sebanyak 150 g, di campur dengan perekat sesuai perlakuan (Tabel 1), di aduk sampai homogen dan di cetak.

Tabel 1. Formulasi campuran bubuk arang limbah kulit nangka muda dan perekat tapioka

Bubuk limbah kulit nangka muda (g)	arang nangka (g)	Perekat tapioka (g)
90,0		60,0
97,5		52,5

105	45,0
112,5	37,5

Pencetakan briket (Arni, dkk. 2014) dan perngeringan (Kalsum, 2015).

Adonan briket yang telah terbentuk, dimasukkan ke dalam alat cetak briket berupa pipa sambungan yang berbentuk silinder. Alat cetak berdiameter 3 cm dan tinggi 5 cm (bentuk silinder). Briket yang telah di masukkan ke dalam cetakan kemudian diberi tekanan menggunakan alat press tambal ban, sampai tuas pemutarnya tidak bisa di putar lagi. Pemberian tekanan membuat perekat tersebar merata keseluruh permukaan bubuk arang, yang menyebabkan ikatan antar partikel arang semakin kuat, sehingga briket yang dihasilkan tidak rapuh. Briket hasil pencetakan di angin-anginkan selama 24 jam, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 24 jam (Kalsum, 2015).

d. Parameter penelitian

Kadar air (Soolany, 2018)

Penentuan kadar air dengan cara memanaskan sampel arang sebanyak 2 g ke dalam oven dengan suhu 105 °C selama 3 jam, kemudian di timbang. Kadar air dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{Ma - Mb}{Ma} \times 100 \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan:

A = Berat cawan (g)

B = Berat cawan dan sampel basah (g)

C = Berat cawan dan sampel kering (g)

Kadar abu (Parama, dkk. 2016)

Menentukan kadar abu briket dengan cara sebanyak 5 g briket di masukkan ke dalam

cawan porselin yang sudah diketahui beratnya. Dipanaskan dalam furnace suhu 600 °C selama 4 jam, didinginkan, kemudian di timbang. Kadar abu dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{M_1}{M_2} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

M1 = Berat abu (g)

M2 = Berat sampel sebelum diabukan (g)

Zat mudah menguap (Sinurat, 2011)

Menentukan kadar zat mudah menguap briket dilakukan dengan cara cawan porselin dipanaskan pada suhu 105 °C selama 1 jam. Didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian di timbang beratnya. Briket sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan porselin, dipanaskan pada suhu 900 °C selama 7 menit, kemudian di dinginkan 1 malam. Selanjutnya masukkan dalam desikator selama 30 menit kemudian di timbang.

Perhitungan nilai kadar zat mudah menguap menggunakan rumus:

$$\text{Zat mudah menguap (\%)} = 100 - \left(\frac{C-A}{B} \right) \times 100 \quad (3)$$

Keterangan:

A = Berat cawan kosong (g)

B = Berat basah (g)

C = Berat cawan – berat sempel kering (g)

Ketahanan (Septian, dkk. 2017)

Pengujian ketahanan briket dengan cara menyiapkan briket yang telah kering dan lantai pengujian yang permukaannya rata. Dibuat garis ukur dengan ketinggian 180 cm. Briket ditimbang dahulu sebelum dijatuhkan.

Dijatuhkan briket dari ketinggian 180 cm. Setelah dijatuhkan briket ditimbang kembali. Rumus perhitungan ketahanan briket sebagai berikut:

$$\text{Ketahanan (\%)} = \frac{A-B}{B} \times 100 \quad (4)$$

Keterangan :

A = Berat briket sebelum dijatuhkan (g)

B = Berat briket setelah dijatuhkan (g)

Waktu awal nyala api dan lama nyala api (Tahir, 2019)

Pengujian waktu awal nyala api dan lama nyala api dilakukan dengan cara, briket dengan berat 20 g diberi label kemudian diletakkan di atas tungku pembakaran. Dihidupkan *stopwatch* bersamaan dengan dihidupkan api pada tungku pembakaran. Waktu penyalaan awal briket di hitung mulai dari awal api dihidupkan sampai briket menjadi bara api. Sedangkan untuk lama nyala api di hitung menggunakan *stopwatch*, di mulai dari semua permukaan briket terbakar menjadi bara sampai briket habis terbakar dan menjadi abu.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kadar Air

Kadar air briket kulit angka muda yang dihasilkan berbeda setiap perlakuan perekat yang diberikan (Tabel 2).

Tabel 2. Kadar air briket

Perlakuan Briket	Kadar Air (%)
B1	6,50 ^b
B2	6,05 ^b
B3	5,75 ^{ab}

B4	5,16 ^a
----	-------------------

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DNMRT taraf 5%.

Kadar air briket meningkat seiring dengan penambahan kadar perekat. Kadar air tertinggi sebesar 6,5% pada perlakuan B1 (arang dan perekat 60 : 40%). Hasil analisis ragam antar perlakuan berpengaruh nyata. Kadar air briket berpengaruh terhadap kualitas briket, jumlah kadar air yang tinggi, briket sulit dinyalakan dan berpotensi ditumbuhi jamur (Pambudi, dkk. 2018). Setiap perlakuan kadar air briket memenuhi SNI 01 – 6235 – 2000 yaitu kecil dari 8%.

Semakin banyak perekat yang ditambahkan dalam pembuatan briket, maka kadar air yang dihasilkan semakin tinggi, hal ini dikarenakan tepung tapioka akan mengikat air jika dilarutkan dengan air panas dan menjadi lengket. Peningkatan penambahan perekat akan menyebabkan briket mempunyai kerapatan yang tinggi, karena konsentrasi bahan perekat sebagai pengikat arang akan semakin banyak, sehingga pori-pori briket semakin kecil dan pada saat dikeringkan, air yang terperangkap di dalam pori briket sukar untuk menguap. Arifin, dkk. (2018), melaporkan perlakuan kadar perekat memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air briket, pemberian kadar perekat yang tinggi sejalan dengan kadar air briket yang dihasilkan. Muhammad, dkk. (2017), melaporkan penambahan perekat yang tinggi menyebabkan air yang terkandung dalam perekat akan masuk dan terikat dalam pori arang.

b. Kadar Abu

Kadar abu briket kulit nangka muda yang dihasilkan berbeda setiap perlakuan perekat yang diberikan (Tabel 3).

Tabel 3. Kadar abu briket

Perlakuan Briket	Kadar Abu %
---------------------	-------------

B1	13,48 ^c
B2	11,80 ^{bc}
B3	10,40 ^b
B4	7,96 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DNMRT taraf 5%.

Kadar abu briket meningkat seiring dengan penambahan kadar perekat. Kadar abu tertinggi sebesar 13,48% pada perlakuan B1 (arang dan perekat 60 : 40%). Hasil analisis ragam antar perlakuan berpengaruh nyata. Kadar abu yang tinggi akan berpengaruh pada laju pembakaran briket (Ningsih, dkk. 2016). Pada perlakuan B4 (arang dan perekat 75% : 25%) yang telah memenuhi SNI 01 – 6235 – 2000 yaitu kecil dari 8%.

Banyaknya konsentrasi perekat yang ditambahkan dalam pembuatan briket, akan meningkatkan kadar abu. Peningkatan kadar abu ini karena adanya penambahan abu dari perekat tapioka, yang juga ikut terbakar pada saat pembakaran briket (Addina dan Lazulva, 2018). Kadar abu briket dipengaruhi oleh kandungan selulosa dan lignin dalam kulit nangka yaitu 38,69% dan 26,50%, yang mana apabila dipanaskan dengan suhu tinggi akan menghasilkan abu sebagai sisa dari pemanasan. Reza dan Efendi (2018), melaporkan kadar abu yang tinggi dipengaruhi oleh bahan baku mengandung selulosa dan lignin yang tinggi. Kadar abu briket yang dihasilkan berbanding lurus dengan kadar air, karena semakin tinggi nilai kadar air maka kadar abu yang dihasilkan semakin tinggi (Vuspayani, 2017).

c. Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap briket kulit nangka muda yang dihasilkan berbeda setiap perlakuan perekat yang diberikan (Tabel 4).

Tabel 4. Kadar zat mudah menguap briket

Perlakuan	Kadar	Zat
-----------	-------	-----

Briket	Mudah Menguap (%)
B1	23,52 ^c
B2	20,66 ^b
B3	14,85 ^a
B4	12,29 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DNMRT taraf 5%.

Kadar zat mudah menguap briket meningkat seiring dengan penambahan kadar perekat. Kadar abu tertinggi sebesar 23,52% pada perlakuan B1 (arang dan perekat 60 : 40%). Hasil analisis ragam antar perlakuan berpengaruh nyata. Kadar zat mudah menguap yang tinggi akan berpengaruh pada waktu awal nyala api, lama nyala api dan banyaknya asap yang dihasilkan ketika briket dibakar (Balong, dkk. 2016). Hasil kadar zat mudah menguap yang didapat, hanya perlakuan B3 dan B4 yang telah memenuhi SNI 01 – 6235 – 2000 yaitu kecil dari 15%.

Semakian banyak konsentrasi perekat yang ditambahkan dalam pembuatan briket, maka kadar zat mudah menguap yang dihasilkan semakin tinggi. Iriany, dkk. (2016), menyatakan penambahan perekat tapioka akan meningkatkan kadar zat mudah menguap, karena pada saat pemanasan briket, perekat yang digunakan juga ikut menguap. Peningkatan zat mudah menguap pada briket akan mempercepat proses penyalaan awal, tetapi lama waktu bakarnya lebih cepat. Kadar zat mudah menguap yang kecil, akan memperlambat waktu bakar awal, tetapi lama waktu bakarnya juga lebih lama. Deglas dan Fransiska (2020), melaporkan kandungan zat mudah menguap yang tinggi akan menyebabkan briket menjadi mudah terbakar karena adanya unsur hidrokarbon senyawa (alifatik dan aromatik) yang bersifat mudah terbakar.

Peningkatan kadar zat mudah menguap dan kadar air yang tinggi pada briket juga menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat pembakaran. Hal ini dikarenakan pada proses pembakaran, panas api akan mengeringkan air yang masih terkandung di dalam briket terlebih dahulu sebelum terbakar. Efek dari pengeringan tersebut menyebabkan banyaknya asap yang dikeluarkan, sebagai tanda proses pengeringan. Hutagalung, dkk. (2017), melaporkan tingginya kandungan air pada briket akan meningkatkan kadar zat mudah menguap, ini menyebabkan banyak asap yang dihasilkan ketika briket dibakar. Kadar zat mudah menguap sebesar 40% pada pembakaran akan memperoleh nyala api yang lama dan asap banyak, sedangkan untuk kadar zat mudah menguap yang rendah sekitar 15 – 25% lebih baik dalam pemakaian karena asap yang dihasilkan sedikit (Nanda, 2016).

d. Ketahanan

Ketahanan briket kulit angka muda yang dihasilkan berbeda setiap perlakuan perekat yang diberikan (Tabel 5).

Tabel 5. Ketahanan briket

Perlakuan Briket	Ketahanan (%)
B1	0,40 ^a
B2	0,55 ^a
B3	0,70 ^a
B4	0,85 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DNMRT taraf 5%.

Ketahanan briket meningkat seiring dengan penambahan kadar perekat. Nilai ketahanan briket tertinggi sebesar 0,85% pada perlakuan B4 (arang dan perekat 75 : 25%). Hasil analisis ragam antar perlakuan tidak berpengaruh nyata. Hal ini disebabkan ukuran partikel arang pada briket memiliki ukuran yang seragam yaitu lolos dengan ayakan

ukuran 70 mesh. (Budiarto, dkk. 2012), melaporkan ukuran partikel yang kecil akan menghasilkan rongga yang lebih kecil pula, sehingga kerapatan partikel briket akan semakin besar dan kualitas briket semakin bagus karena memiliki struktur yang komplek dan tidak mudah hancur.

Perlakuan B1 lebih rendah dari perlakuan lainnya. Semakin banyak perekat yang ditambahkan akan semakin kuat ketahanan suatu briket. Menurut Sunaryo, dkk. (2016), semakin besar jumlah perekat yang ditambahkan dalam pembuatan briket, membuat ikatan antar partikel briket semakin kuat. Nilai ketahanan yang tinggi menandakan briket tidak tahan terhadap benturan, mudah rapuh dan pecah (Utomo dan Primastuti, 2013).

e. Waktu Awal Nyala Api

Waktu awal nyala api briket kulit nangka muda yang dihasilkan berbeda setiap perlakuan perekat yang diberikan (Tabel 6).

Tabel 6. Waktu awal nyala api briket

Perlakuan Briket	Waktu awal nyala api (menit)
B1	6,33 ^a
B2	6,61 ^a
B3	7,31 ^b
B4	7,97 ^c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DNMR taraf 5%.

Waktu awal nyala api briket menurun seiring dengan penambahan kadar perekat. Waktu awal nyala api terlama sebesar 7,97 menit pada perlakuan B4 (arang dan perekat 75 : 25%). Hasil analisis ragam antar perlakuan berpengaruh nyata. Lamanya waktu briket terbakar menjadi bara menandakan kurang baiknya kualitas briket yang dihasilkan. Banyaknya penambahan

konsentrasi perekat tapioka yang diberikan dalam pembuatan briket, akan mempengaruhi waktu awal nyala api.

Semakin banyak konsentrasi perekat tapioka yang ditambahkan ke dalam pembuatan briket maka semakin cepat briket terbakar dan membentuk bara. Hal ini tidak sesuai dengan pendapat Fretes, dkk. (2013), yang melaporkan bahwa peningkatan jumlah perekat dalam pembuatan briket akan memperlama waktu penyalaan awal, dikarenakan penambahan perekat pada briket, menaikkan kadar air dan membutuhkan waktu yang lebih lama, untuk proses pengeringan. Banyaknya jumlah perekat yang terkandung dalam briket, mampu menutupi pori-pori partikel arang yang menghambat masuknya oksigen dan menyebabkan proses pembakaran terhambat. Waktu awal nyala api briket yang di dapat sejalan dengan penelitian Hasan, dkk. (2017), melaporkan semakin banyak kandungan zat mudah menguap pada biobriket maka semakin mudah biobriket untuk terbakar dan menyala, sehingga laju pembakaran briket akan semakin cepat.

f. Lama Nyala Api

Lama nyala api briket kulit nangka muda yang dihasilkan berbeda setiap perlakuan perekat yang diberikan (Tabel 7).

Tabel 7. Lama nyala api briket

Perlakuan Briket	Lama nyala api (menit)
B1	92,23 ^a
B2	99,73 ^b
B3	104,37 ^c
B4	113,98 ^d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DNMR taraf 5%.

Lama nyala api briket menurun seiring dengan penambahan kadar perekat. Lama

nyala api terlama sebesar 113,98 menit pada perlakuan B4 (arang dan perekat 75 : 25%). Hasil analisis ragam antar perlakuan berpengaruh nyata. Semakin lama waktu briket habis terbakar menjadi abu, maka semakin baik kualitas briket yang dihasilkan.

Penambahan konsentrasi perekat tapioka yang digunakan mempengaruhi lama nyala api briket. Semakin banyak konsentrasi perekat tapioka yang ditambahkan ke dalam pembuatan briket, maka semakin cepat waktu briket habis terbakar menjadi abu. Hal ini dikarenakan perekat tapioka mengandung karbohidrat, sehingga perekat tapioka mudah terbakar dan akan mempercepat proses pembakaran briket (Reza, dkk. 2018).

III. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Briket yang terbaik di hasilkan pada perlakuan B4 (konsentrasi arang : perekat 75 = 25%), dengan kadar air 5,16%, kadar abu 7,96%, zat mudah menguap 12, 29%, ketahanan 0,40 %, waktu awal nyala api 6,33 menit dan lama nyala api 113,98 menit.

b. Saran

Saran yang dapat diberikan adalah melakukan penelitian lanjutan tentang analisis nilai kalor briket yang dibuat dengan konsentrasi arang dan perekat tapioka 75% : 25%.

DAFTAR PUSTAKA

Addina, K. N., dan Lazulva. 2018. Potential of Bio-briquette of Pineapple Crown Waste (*Ananas comosus* (L.) merr). *Journal of Chemical Science and Technology*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.

Alfajriandi., Hamzah, F., dan Hamzah, F. H. 2017. Perbedaan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Daun Pisang Kering. *Jurnal Faperta* Vol. 4 No. 1. Universitas Riau. Pekanbaru.

Arifin, Z., Hantarum., dan Nuriana, W. 2018. Nilai Kalor Briket Limbah Kayu Sengon dengan Perekat Maizena Lebih Tinggi Di Bandingkan Tapioka, Sagu dan Tepung Singkong. *Jurnal Pilar Teknologi*, Fakultas Teknik. Universitas Merdeka Madiun. Jawa Timur.

Arni., Labania, H. M., dan Nismayanti. 2014. Studi Uji Karakteristik Fisis Briket Bioarang Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal of Natural Science*, Vol. 3 (1) : 89 – 98. Universitas Tadulako. Sulawesi Tengah.

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). 2017. *Outbook Energi Indonesia 2017*. Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi BPPT, Jakarta.

Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2018. *Produksi Buah-Buahan di Indonesia, Tahun 2014 – 2018*. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Briket Arang Kayu*. Standar Nasional Indonesia 01 – 6235 – 2000. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Baloga, H., Walanda, D. K., dan Hamzah, B. 2019. Pembuatan Arang dari Kulit Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*) Sebagai Adsorben Terhadap Kalium dan Nikel Terlarut. *Jurnal Akademika Kimia* Vol. 8 No. 1. Universitas Tadulako. Palu.

Balung, S., Isa, I., dan Iyabu, H. 2016. Karakteristik Biobriket dari Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Entropi* Vol. 11 No. 2, PP. 147 – 152. Fakultas Matematika dan Ipa. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.

Budiarto, A., Mayndra, G. E., dan Anggoro, D. D. Pemanfaatan Limbah Kulit Biji Nyamplung untuk Bahan Bakar Briket Bioarang Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal teknimologi kimia dan industri*. Vol. 1 No. 1. (2012), Halaman 165 – 174. Universitas Diponegoro. Semarang.

Deglas, W., dan Fransiska. 2020. Analisis Perbandingan Bahan dan Jumlah Perekat Terhadap Briket Tempurung Kelapa dan Ampas Tebu. *Jurnal Teknologi Pangan*. Vol 11 No.1, (2020), Halaman 72 – 78. Politeknik Tonggak Equator. Pontianak.

Faizal, M., Andynapratiwi, I., dan Putri, P. D. A. 2014. Pengaruh Komposisi Arang dan Perekat Terhadap Kualitas Biobriket dari Kayu Karet. *Jurnal Teknik Kimia* Vol 20 No. 2. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya. Palembang.

Fretes, E. F., Wardana, I., dan Sasongko, M. N. 2013. Karakteristik Pembakaran dan Sifat Fisik Briket Ampas Empulur Sagu untuk Berbagai Bentuk dan Persentase Perekat. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol. 4 No.2 hal. 169 – 176 ISSN 0216 – 468X. Universitas Brawijaya. Malang

Hasan, E. S., Jahiding, M., dan Arsyad, J. 2017. Analisis Proximate dan Nilai Kalor Briket Hybrid (Brown Coal-Kulit Durian) dengan Perekat Liquid Volatile Matter (Lvm) yang di Preparasi dengan Metode Pirolysis. *Jurnal Aplikasi Fisika* Vol. 13 No 1. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan,, Universitas Halu Oleo. Kendari.

Hutagalung, S. C., Erwin., dan Panggabean, A. S. 2017. Pembuatan Briket Arang dengan Memanfaatkan Limbah dari Tempurung Biji Ketapang (*Terminalia Catappa*) dan Tempurung Biji Kemiri (*Aleurites Molucanna* L. Willd.). Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Mulawarman. Kalimantan Timur.

Iriany., Sibarani, F. A. S., dan Meliza. 2016. Pengaruh Perbandingan Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok Serta Variasi Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia* Vol. 5 No. 3. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Jumiati, E. 2015. Pengaruh Sifat Mekanik dan Laju Pembakaran pada Briket Bioarang Kulit Durian dengan Perekat Tepung Tapioka. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Medan.

- Kalsum, U. 2015. Pembuatan Briket Arang dari Campuran Limbah Tongkol Jagung, Kulit Durian dan Serbuk Gergaji Menggunakan Perakat Tapioka. Vol. 1 No. 1. Universitas Muhammadiyah Palembang. Palembang.
- Karim, M. A. 2014. Biobriket Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Muhammadiyah Palembang. Palembang.
- Mirawati. 2012. Pengaruh Konsentrasi Perakat Getah Pinus Terhadap Nilai Kalor Pembakaran pada Biobriket Sekam Padi dengan Tempurung Kelapa. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar.
- Muhammad., Ishak, dan Lidia, N. 2017. Pemanfaatan Getah Rumbia Sebagai Perakat pada Proses Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa. Jurnal Teknologi Kimia Unimal. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh. Aceh.
- Mutiara, A. 2015. Pemanfaatan Limbah Jerami Padi untuk Briket dan Biopellet. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nanda, W. 2016. Pemanfaatan Pelelah Kelapa Sawit (*Elaeis Guenensis*) Sebagai Bahan Pembuatan Briket Arang. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Palembang. Palembang.
- Nawawi, M. A. 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa. Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Ningsih, E., Mirzayanti, Y. W., Himawan, H. S., dan Indriani, H. M. 2016. Pengaruh Jenis Perakat pada Briket dari Kulit Buah Bintaro terhadap Waktu Bakar. Program Studi Teknik Kimia. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Surabaya.
- Pambudi, F. K., Nuriana, W., dan Hantarum. 2018. Penurunan Nilai Kadar Air dan Laju Pembakaran pada Biobriket Limbah Kayu Sengon dengan Variasi Tekanan. Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan dan Agroteknologi. Fakultas Teknik. Universitas Merdeka Madiun. Jawa Timur.
- Parama, M. A. Y., Ningsih, E., dan Mirzayanti, Y. W. 2016. Analisa Proksimat Terhadap Pemanfaatan Limbah Kulit Durian dan Kulit Pisang Sebagai Briket Bioarang. Teknik Kimia. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Surabaya.
- Reza, A., dan Efendi, R. 2018. Perbandingan Kadar Perakat Tapioka dengan Arang dari Cangkang Buah Karet Terhadap Briket Arang. Jurnal Teknologi Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Septian, E. T., Wijianti, E. S., dan Saparin. 2017. Pengaruh Variasi Tekanan Pencetakan Terhadap Karakteristik Briket Berbahan Kayu Senggani dan Kulit Kayu Bakau. Jurnal Teknik Mesin Vol. 3 No. 2. Universitas Bangka Belitung. Bangka Belitung.
- Sinurat, E. 2011. Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Skripsi. Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar.
- Soolany, C. 2018. Penerapan Teknologi Pembuatan Briket Arang dari Cangkang Kakao sebagai Alternatif Bahan Bakar. Program Studi Teknik Mesin. Jurnal Teknologi Industri Vol. 2 No. 2. Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali. Cilacap.
- Sudding, dan Jamaluddin. 2015. Pengaruh Jumlah Perakat Kanji terhadap Lama Briket Terbakar menjadi Abu. Jurnal Chemica. Vo. 16 No. Universitas Negeri Makassar. Makassar.
- Sunaryo., Ridwan, A., dan Prasetyo, A. 2016. Uji Karakteristik Fisik dan Mekanik Bahan Bakar Briket Campuran Serbuk Kayu dan Lateks Sebagai Energi Alternatif. Jurnal Teknik Mesin. Fakultas teknik. Universitas Muhammadiyah Riau. Riau.
- Syamsiro, M. 2016. Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Padat Biomassa dengan Proses Densifikasi dan Torrefaksi. Jurnal Mekanika dan Sistem Termal Vol. 1 No. 1. Universitas Janabadra. Yogyakarta.
- Tahir, M. A. 2019. Pengaruh Variasi Komposisi dan Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket Kombinasi Arang Tempurung Kelapa dengan Arang Bambu. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Utomo, A. F., dan Primastuti, N. 2013. Pemanfaatan Limbah Furnitur Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes* di Koen Galerry) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Briket Bioarang. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol. 2 No. 2. Universitas Diponegoro. Jawa Tengah.
- Vuspayani, R. 2017. Uji Kualitas Fisis Briket dari Campuran Limbah Bahan Cangkang Biji Jarak Pagar dengan Tempurung Kelapa. Skripsi. Uin Alauddin Makassar. Makassar.
- Wulandari, A. T. 2015. Selulosa Kulit Buah Nangka Muda *Artocarpus heterophyllus* Sebagai Biosorben Logam Berat Tembaga (Cu). Thesis Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.