

Pengembangan Biobriket Dari Limbah Kulit Nangka Muda (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) Dengan Berbagai Konsentrasi Bahan Perekat Dari Tepung Tapioka

Development Of Biobriquette From Young Jackfruit Skin Waste (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) With Various Concentrations Of Adhesive Material From Tapioca Flour

*¹Arzita, ¹Nyimas Myrna Elsa Fathia, ¹Miranti Sari Fitriani, ²Diyan Ikawati, dan ³Addion Nizori

¹Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Jambi.

²Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

³Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

*¹e-mail korespondensi : arzita@gmail.com

Abstract. Young jackfruit waste accounts for around 70% of its total weight in the form of skin and straw, which is typically discarded, indicating that it has the potential to damage the environment. Young jackfruit skin waste comprises lignocellulose, including cellulose (38.69%), hemicellulose (20.80%), lignin (26.50%), and water (11.13%). This composition is most likely to be utilised as biological charcoal as a raw material for the production of Biobriquettes, which are a valuable renewable energy source. The objective of this research is finding the best concentration of tapioca adhesive for manufacturing Biobriquettes from juvenile jackfruit skin. The research was carried out at the Agricultural Engineering Laboratory. The research is divided into five stages: preparation of young jackfruit skin waste, carbonisation and sieving process, adhesive manufacturing, biobriquette making, and biobriquette printing. The study used a Completely Randomised Design with four (four) treatments and five (five) replications, specifically administering tapioca adhesive concentrations (25%, 30%, 35%, and 40%). The parameters observed include water content, ash content, volatile substances, resistance, initial flame time and flame duration. The research Data were analysed using ANOVA, followed by Duncan's New Multiple Range Test at the 5% level. The best biobriquette results were obtained by utilising a concentration ratio of young jackfruit peel charcoal and adhesive of (75:25%), with a water content of 5.16%, ash content of 7.96%, volatile compounds of 12.29%, durability of 0.40%, time The initial flame lasted 6.33 minutes, while the flame duration was 113.98 minutes. These results comply with Indonesian National Standards (SNI 01-6325-2000)

Keywords : biobriquettes, tapioca adhesive, young jackfruit skin

Abstrak. Limbah dari buah nangka muda hasil konsumsi sekitar 70% dari berat utuhnya, berupa kulit dan jerami, biasanya hanya dibuang, sehingga berpotensi sebagai polutan dan mencemari lingkungan, pada limbah kulit nangka muda terkandung lignoselulosa dalam bentuk selulosa (38,69%), hemiselulosa (20,80%), lignin (26,50%) dan air (11,13%). Komposisi ini sangat mungkin dijadikan arang hayati melalui pembakaran sebagai bahan baku pembuatan biobriket yang sangat berguna sebagai sumber energi terbarukan. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan konsentrasi bahan perekat tapioka yang terbaik dalam pembuatan biobriket dari kulit nangka muda. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Pertanian Universitas Jambi. Penelitian terdiri dari 5 (lima) tahapan yaitu; Persiapan limbah kulit nangka muda, Proses karbonisasi dan pengayakan, Pembuatan perekat, pembuatan biobriket, pencetakan biobriket. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 (empat) perlakuan dan 5 (lima) ulangan, yaitu pemberian konsentrasi perekat tapioka (25%, 30%, 35% dan 40%). Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, zat mudah menguap, ketahanan, waktu awal nyala api dan lama nyala api. Data hasil penelitian dianalisis dengan ANOVA, uji lanjut dengan *Duncan's New Multiple Range Test* pada taraf 5%. Hasil biobriket terbaik didapatkan pada penggunaan perbandingan konsentrasi arang kulit buah nangka muda dan 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, hasil ini memenuhi standar Nasional Indonesia ((SNI 01-6325-2000).

Kata kunci: biobriket, kulit nangka muda, perekat tapioka,

PENDAHULUAN

Buah nangka berasal dari India, termasuk buah tropis yang banyak digemari, sehingga hampir seluruh wilayah di Indonesia membudidayakan tanaman ini. Pada tahun 2022 tercatat produksinya di Indonesia mencapai 813.756 ton, dan di Provinsi Jambi sebanyak 165.883 ton (BPS, 2023). Konsumsi buah nangka ini menghasilkan limbah cukup banyak dari berat utuhnya, yaitu sekitar 65-80%, berupa kulit buah dan jerami nangka. Limbah ini berpotensi menjadi polutan, salah satu cara mengurangi polutannya dengan memanfaatkan menjadi biobriket, sehingga menjadi bahan berguna sebagai sumber energi alternatif. Produk biobriket dipromosikan sebagai

kepedulian lingkungan dan kebersihan karena dibuat dari limbah biomassa untuk pembangunan ekonomi lokal, serta mengurangi penggunaan energi pada bahan bakar fosil (Addinaet *al.*, 2018). Kedutaan Besar Republik Indonesia menyatakan, biobriket merupakan komoditi ekspor yang diminati banyak negara antara lain; Turki, Brazil, Jepang, Korea dan sejumlah negara Amerika Latin dan Timur Tengah. Ekspor produk biobriket meningkat dari 2019–2020 sebesar 4,69% dengan nilai eksportnya sebesar USD 145,1–151,9 juta, karena permintaan ekspor biobriket ini tinggi, maka berpeluang untuk dikembangkan di Indonesia.

Buah nangka muda kulit luarnya berstruktur keras dan bagian dalamnya lunak disebut daging kulit. Kulit nangka ini mengandung bahan berupa polimer-polimer alami seperti; selulosa, lignin dan hemiselulosa, ketiga polimer disebut lignoselulosa (Wulandari, 2015). Lignoselulosa dalam limbah kulit nangka muda mengandung selulosa (38,69%), hemiselulosa (20,80%) dan lignin (26,50%). Adanya bahan lignoselulosa dalam kulit nangka muda ini menyebabkan dapat dibuat menjadi arang hayati dengan proses pembakaran (Baloga, *et al.* 2019). Semakin tinggi kandungan selulosa maka semakin bagus dijadikan bahan baku (Faizalet *al.* 2014).

Biobriket dibuat dari limbah pertanian berupa arang berkerapatan tinggi, dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif berupa pemanas, pengering dan pengganti minyak, lebih unggul dibandingkan arang biasa karena panasnya lebih tinggi, pembakarannya lebih lama, dan tidak berbau (Tahir, 2019). Biobriket bisa menyala selama 116 menit, untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter hanya butuh waktu 5–7 menit (Jamilatun, 2008).

Pembuatan biobriket dari bahan organik salah satu syaratnya harus mengandung selulosa, Tingginya kadar selulosa dalam bahan baku pembuatan briket berbanding lurus dengan energi yang dihasilkan (Faizal, *et al.*, 2014). Berdasarkan peraturan Presiden No.5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional bertujuan untuk mengarahkan upaya-upaya dalam mewujudkan keamanan pasokan energi.

Biobriket dibuat dengan teknik karbonisasi, pengepresan dan menggunakan perekat sebagai bahan pengeras dari butiran halus bioarang dan tidak mudah hancur. Bahan perekat yang paling banyak digunakan adalah tepung tapioka, karena tidak berasap dan tahan lama walaupun nilai kalornya tidak terlalu tinggi, tetapi ramah lingkungan. Masalah utama dalam pembuatan biobriket adalah penentuan komposisi dan konsentrasi bahan baku dengan perekatnya, karena ini sangat menentukan kualitasnya (Mirnawati, 2012). Jumiati (2015) melaporkan hasil uji komposisi kulit durian dan perekat tapioka 65 : 35% , menghasilkan komposisi terbaik dengan nilai kadar air, densitas, kadar abu dan kadar karbon sesuai standar mutu Indonesia terhadap biobriket.

Bahan organik yang biasa dijadikan briket antara lain; sekam padi, tempurung biji jarak, serbuk gergaji, sabut kelapa, tempurung kelapa, jerami, bungkil jarak pagar, eceng gondok, kulit kacang dan kulit kayu (Tahir, 2019). Bahan dan proses pembuatan biobriket dapat dilihat pada Gambar 1.



Kulit nangka muda

Arang kulit nangka

Bahan perekat tapioka

Biobriket

Gambar 1. Bahan dan Proses Pembuatan Biobriket

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pertanian. Bahan-bahan yang digunakan 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 aluminium, toples, pisau, alat cetakan briket (pipa sambungan), press tambal ban, timbangan analitik, pengaduk, penumbuk, furnace, dan termometer.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 (empat) perlakuan perbandingan arang kulit nangka muda dan perekat tapioka, dengan 5 (lima) ulangan, sebagai berikut; 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%), dan b4 = (arang kulit nangka muda : perekat tapioka 75 : 25%). Data hasil penelitian dianalisis menggunakan ANOVA, uji lanjutan menggunakan *Duncan's New Multiple Range Test* pada taraf 5%.

Penelitian terdiri dari lima tahapan, yaitu: 1) persiapan bahan baku, limbah kulit nangka muda diambil dari pasar Angso Duo Kota Jambi, sebanyak 130 kg. Dipotong ukuran 2 cm, dikeringkan pada panas matahari selama 7 hari, ditandai sudah rapuh dipatahkan. 2) proses karbonisasi dan pengayakan (Alfajriandi, *et al.*, 2017),

Proses karbonisasi dengan cara menyalakan api pada tungku dengan bantuan blower, setelah api stabil diletakkan drum pembakaran, kemudian dimasukkan kulit nangka kering, ditutup dan dipanaskan selama 3 jam. Pembakaran dihentikan saat asap tidak keluar lagi dari sela-sela drum, kemudian didiamkan selama beberapa jam, tanpa membuka tutup drum agar oksigen tidak masuk. Arang yang dihasilkan disortir ketika drum dingin. Arang hasil karbonisasi dihaluskan dan diayak ukuran 70 mesh. Pembuatan perekat, sebanyak 150 g tepung tapioka dicampur dengan air sebanyak 1,5 liter, diaduk sampai terjadi perubahan warna dari putih menjadi keruh sampai bening.

Pembuatan briket, arang halus masing-masing sebanyak 150 g, dicampur dengan perekat sesuai perlakuan, kemudian diaduk sampai homogen, dan selanjutnya dicetak (Mutiara, 2015). Adonan biobriket yang telah terbentuk, dicetak dengan pipa berbentuk silinder diameter 3 cm dan tinggi 5 cm, kemudian diberi tekanan menggunakan alat press tambal ban sampai tuas pemutarnya tidak bisa diputar lagi. Pemberian tekanan membuat perekat tersebar merata keseluruh permukaan bubuk arang, yang menyebabkan ikatan antar partikel arang kuat dan tidak rapuh, kemudian dikering anginkan selama 24 jam, dilanjutkan pengeringan dengan oven suhu 60 °C selama 24 jam (Kalsum, 2015).

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

No.	Berat bubuk arang limbah kulit nangka muda (g)	Berat Perekat tapioka (g)
1	112,5	37,5
2	105,0	45,0
3	97,5	45,0
4	90,0	60,0

Parameter yang diamati adalah ; 1) Kadar air (Soolany, 2018), 2) Kadar abu (Parama, dkk. 2016), 3) Zat mudah menguap (Sinurat, 2011), 4) Ketahanan (Septian, dkk. 2017), 5) Waktu awal nyala api dan lama nyala api (Tahir, 2019), 6) Waktu awal nyala api dan lama nyala api (Tahir, 2019).

Briket dianggap baik bila memenuhi standar yang telah ditetapkan di Indonesia. Syarat mutu briket arang kayu yang ditetapkan oleh SNI 01 – 6235 – 2000 dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Sifat briket arang buatan Jepang, Inggris, USA, dan Indonesia

No	Karakteristik	Standar mutu			
		SNI	Jepang	Inggris	Amerika
1	Kadar air (%)	< 8	6,0 – 7,0	3,6	6,2
2	Kadar abu (%)	< 8	3,0 – 6,0	5,9	8,3
3	Zat mudah menguap (%)	< 15	15,0 – 30,0	16,4	19,0 – 28,0
4	Kerapatan (g/cm ³)	-	1,0 – 1,2	0,46	1,0
5	Kuat tekan (g/cm ³)	-	60,0 – 65,0	12,7	62,0
6.	Nilai kalor (kal/g)	> 5000	6000 – 7000	7289	6230

Badan Litbang Kehutanan (1994) dalam Suprpti dan Ramlah (2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air biobriket kulit nangka muda meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi perekat tapioka, Kadar air terendah pada konsentrasi perekat tapioka 25% sebesar 5,16% berbeda tidak nyata dengan 30% dan tertinggi sebesar 6,5% pada konsentrasi perekat tapioka 40% berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi 30 dan 35% (Tabel 3). Rata-rata kadar air, kadar abu, kadar zat mudah terlarut, ketahanan biobriket, waktu awal nyala api, dan lama nyala api biobriket arang kulit nangka muda pada berbagai konsentrasi perekat tapioka dapat dilihat pada **Tabel 3** di bawah.

Tabel 3. Rata-rata kadar air, kadar abu, kadar zat mudah terlarut, ketahanan biobriket, waktu awal nyala api, dan lama nyala api biobriket arang kulit nangka muda pada berbagai konsentrasi perekat tapioka.

No	Karakteristik Biobriket	Satuan	Perlakuan Pemberian Konsentrasi Perekat (%)			
			25	30	35	40
1	Kadar air	%	5,16 ^a	5,75 ^{ab}	6,05 ^b	6,50 ^b
2	Kadar Abu	%	7,96 ^a	10,40 ^b	11,80 ^{bc}	11,80 ^{bc}
3	Kadar Zat Mudah Terlarut	%	12,29 ^a	14,85 ^a	20,66 ^b	23,52 ^c
4	Ketahanan Biobriket	%	0,85 ^a	0,70 ^a	0,55 ^a	0,55 ^a
5	Waktu awal nyala api	Menit	7,97 ^c	7,31 ^b	6,61 ^a	6,33 ^a
6	Lama nyala api Biobriket	Menit	113,98 ^d	104,37 ^c	99,73 ^b	92,23 ^a

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

Kadar air biobriket berpengaruh terhadap kualitas biobriket, semakin tinggi kadar air maka semakin rendah mutu briketnya, karena sulit dinyalakan, selain itu berpotensi ditumbuhi berbagai jamur (Pambudi, et al., 2018). Penambahan perekat tapioka berpengaruh terhadap kadar air biobriket ini karena saat pelarutan tepung tapioka dengan air panas terjadi pelengketan dan pelarutan air. Peningkatan penambahan perekat akan menyebabkan briket mempunyai kerapatan yang tinggi, karena konsentrasi bahan perekat sebagai pengikat arang akan semakin banyak, sehingga pori-pori biobriket semakin kecil dan pada saat dikeringkan, air yang terperangkap di dalam pori briket sukar untuk menguap. Perlakuan pemberian kadar perekat memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air briket, pemberian kadar perekat yang tinggi sejalan dengan kadar air briket yang dihasilkan, karena air yang terkandung dalam perekat akan masuk dan terikat dalam pori arang (Arifinet al., 2018 dan Muhammad et al., 2017).

Kadar abu biobriket kulit nangka muda meningkat seiring dengan penambahan kadar perekat tapioka, kadar abu terendah didapatkan pada perlakuan konsentrasi perekat tapioka 25% yaitu sebesar 7,96% berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 3), dari keempat perlakuan tersebut, hanya penambahan konsentrasi perekat tapioka 25% yang memenuhi SNI 01 – 6235 – 2000 terhadap kadar abu, karena angkanya kecil dari 8%, presentase kadar abu ini sangat berpengaruh terhadap laju pembakaran briket (Ningsih et al., 2016). Peningkatan kadar abu biobriket kulit Nangka muda berbanding lurus dengan penambahan kadar perekat tapping tapioka hal ini diduga bahan perekat mengandung bahan kimia yang berkontribusi dengan peningkatan kadar abu pada produk akhir biobriket. Faktor jenis bahan baku sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kadar abu briket arang yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan bahan baku yang digunakan memiliki komposisi kimia dan jumlah mineral yang berbeda-beda sehingga mengakibatkan kadar abu briket arang yang dihasilkan berbeda pula (Arifinet al., 2018)

Kadar zat mudah menguap biobriket kulit nangka muda yang dihasilkan meningkat seiring dengan penambahan kadar perekat tapioka, hasil terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi perekat tapioka 25 dan 30%, yaitu masing-masing sebesar 12,29 dan 14,85 % (Tabel 3), hasil ini berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan telah memenuhi SNI 01 – 6235 – 2000 karena angkanya kecil dari 15%. Peningkatan kadar zat menguap pada biobriket ini karena adanya energi pembakaran yang dibantu dari kadar perekat tapioka. Menurut penelitian sebelumnya kandungan zat terbang mempengaruhi kesempurnaan pembakaran dan intensitas nyala api. Kandungan zat terbang yang tinggi akan lebih mempercepat pembakaran bahan karbon dan sebaliknya. Rasio antara kandungan karbon terhambat dengan kandungan zat terbang dinyatakan sebagai fuel ratio. Semakin tinggi fuel ratio, maka jumlah karbon yang tidak terbakar semakin banyak (Ningsih et al., 2016)..

Ketahanan biobriket kulit nangka muda yang dihasilkan berebeda tidak nyata dari setiap perlakuan pemberian perekat tapioka, Partikel yang hilang pada pengujian ketahanan biobriket menurun seiring dengan semakin banyaknya perekat tapioka yang ditambahkan. Nilai partikel briket yang hilang terendah sebesar 0,40 %, maka ketahanan tertinggi didapatkan pada perlakuan perekat tapioka 40%, yaitu sebesar 0,85% (Tabel 3), Hasil analisis ragam antar perlakuannya berpengaruh tidak nyata, ini disebabkan ukuran partikel arang pada biobriket memiliki ukuran yang seragam yaitu lolos dengan ayakan ukuran 70 mesh. (Budiarto et al., 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 kompleks dan tidak mudah hancur. Semakin banyak perekat yang ditambahkan akan semakin kuat ketahanan suatu briket. Menurut Sunaryo, et al., (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).

Waktu awal nyala api biobriket kulit nangka muda yang dihasilkan menurun seiring dengan penambahan konsentrasi perekat tapioka, Waktu awal nyala api terlama pada pemberian perekat tapioka 25% yaitu selama 7,97 menit, hasil ini berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 3). Lamanya waktu briket terbakar menjadi bara

menandakan kurang baiknya kualitas briket yang dihasilkan. Banyaknya penambahan konsentrasi perekat tapioka yang diberikan dalam pembuatan biobriket berpengaruh pada 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, *et al.* (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 biobriket yang didapat sejalan dengan penelitian Hasan, *et al.* (2017), yang melaporkan semakin banyak kandungan zat mudah menguap pada biobriket maka semakin mudah biobriket untuk terbakar dan menyala dan laju pembakaran biobriketnya semakin cepat.

Lama nyala api biobriket kulit nangka muda yang dihasilkan menurun seiring dengan penambahan kadar perekat. Lama nyala api terlama didapatkan pada perlakuan pemberian perekat tapioka 25%, yaitu selama 113,98 menit, hasil ini berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 3). 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, mempercepat proses pembakaran briket (Reza, *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa mutu biobriket yang dibuat dari limbah kulit nangka muda dengan menggunakan berbagai konsentrasi bahan perekat tapioka telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 01-6325-2000). Hasil terbaik didapatkan pada perlakuan perbandingan konsentrasi arang dan perekat 75 : 25%, yaitu ; 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.

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 Dibandingkan Tapioka, Sagu dan Tepung Singkong. *Jurnal Pilar Teknologi*, Fakultas Teknik. Universitas Merdeka Madiun. Jawa Timur.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Produksi Hasil Perkebunan Provinsi Jambi*. Jambi.
- 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.
- Balong, 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.
- 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
- 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 Perekat Tapioka. Vol. 1 No. 1. Universitas Muhammadiyah Palembang. Palembang.
- Mirawati. 2012. Pengaruh Konsentrasi Perekat 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 Perikat pada Proses Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh. Aceh.
- Ningsih, E., Mirzayanti, Y. W., Himawan, H. S., dan Indriani, H. M. 2016. Pengaruh Jenis Perikat 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.
- Reza, A., dan Efendi, R. 2018. Perbandingan Kadar Perikat 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 Sengani dan Kulit Kayu Bakau. *Jurnal Teknik Mesin Vol. 3 No. 2*. Universitas Bangka Belitung. Bangka Belitung.
- 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.
- 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.
- 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 Crassiper*) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Briket Bioarang. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. Vol. 2 No. 2. Universitas Diponegoro. Jawa Tengah.
- Wulandari, A. T. 2015. Selulosa Kulit Buah Nangka Muda (*Artocarpus heterophyllus*) Sebagai Biosorben Logam Berat Tembaga (Cu). *Thesis Universitas Atma Jaya*. Yogyakarta.