

Pengaruh Massa Perekat Tapioka Terhadap Durabilitas Biobriket dari Arang Kulit Singkong

Gema Fitriyano^{1*}, Fatma Sari¹, Susanty¹, Dicka Ar Rahim², Rifa Nabilah¹, Qodirani Apri Wulandari¹

¹Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl Cempaka Putih Tengah 10510 Jakarta

²Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung
Jl Ganesa No 10 Lb.Siliwangi Kota Bandung 40132 Jawa Barat

*E-mail Korespondensi : gema.fitriyano@umj.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v17i2.22549>

Submitted September 14th 2023, Accepted February 27th 2024, Published August 15th 2024

Abstrak

Biobriket yang terbuat dari bahan baku arang tempurung kelapa merupakan produk komersil yang mampu bersaing di pasar dunia, dimana biobriket sudah diproduksi secara masal dan sudah memenuhi persyaratan standar. Biobriket dari biomassa lain yang sebenarnya memiliki nilai kalor yang juga memenuhi syarat, akan tetapi biobriket jenis ini belum diproduksi secara komersil dan hingga sekarang masih berada pada tahap penelitian dan pengembangan. Salah satu penyebabnya adalah nilai durabilitas biobriket yang rendah, hal tersebut menyebabkan produk mudah pecah saat didistribusikan dan digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah perekat tapioka yang optimum dalam pembuatan biobriket dari arang kulit singkong. Kulit singkong dipilih sebagai bahan baku biobriket karena memiliki nilai kalor yang memenuhi syarat dan memiliki potensi jumlah yang sangat besar untuk diproduksi secara komersil. Penelitian ini menggunakan bahan baku arang kulit singkong yang dicampurkan perekat tapioka dengan variasi 9, 10, 11, 12, 13% dari massa total arang kulit singkong. Jumlah optimum persentase massa perekat tapioka didapatkan pada 9% dengan nilai durabilitas 99.54%, densitas 1 g/cm³ dan kadar air 5.39%.

Kata Kunci: biobriket, biomassa, durabilitas, kulit singkong, tapioka

Abstract

Commercially competitive in the global market, bio-briquettes derived from coconut shell charcoal have been extensively manufactured and meet all standard prerequisites. Bio-briquettes sourced from different biomass materials, with calorific values that meet the criteria, have not entered commercial production. Currently, they remain in the research and development phase. One of the reasons is the suboptimal durability value of the bio-briquettes, causing the products to easily break during distribution and usage. This research aims to determine the optimal amount of binder in the production of bio-briquettes from cassava peels. This is because cassava peels have calorific values that meet the requirements and have a huge potential for commercial-scale production. This study utilizes cassava peel charcoal as the raw material mixed with tapioca binder in variations of 9%, 10%, 11%, 12%, and 13% of the cassava peel charcoal mass. The optimal percentage of tapioca binder mass was found at 9% with a durability value of 99.54%, density 1 g/cm³ and water content 5.39%.

Key words: bio briquette, biomass, cassava peel, durability, tapioca

PENDAHULUAN

Produksi singkong di dunia pada tahun 2020 sekitar 302 juta ton (Adebayo & Seck, 2020). Dimana 8 hingga 12 % dari singkong merupakan bagian kulit yang umumnya dibuang sebagai limbah domestik (Firdaus & Octavianus, 2021). Dengan kata lain setidaknya ada limbah kulit singkong sebanyak 24 juta ton yang belum memanfaatkan setiap tahunnya. Indonesia pada tahun 2020 merupakan Negara penghasil singkong dengan posisi ke 5 di dunia dengan kapasitas 18 juta ton (*Food and Agriculture Organization*, 2020). Dimana limbah kulit singkong yang berpotensi dihasilkan sebanyak 1,4 juta ton per tahun, angka tersebut dapat meningkat sebesar maksimum 3% setiap tahunnya (Fitriyano *et al.*, 2023). Tiga Provinsi yang menghasilkan singkong paling banyak diantaranya Lampung dengan porsi 34%, Jawa Tengah 16% dan Jawa Timur 15% (Badan Pusat Statistik, 2015).

Kulit singkong memiliki potensi sebagai sumber bahan bakar, hal ini berdasarkan hasil penelitian terkait biobriket dari kulit singkong dengan hasil analisis nilai kalor antara 3700 hingga 7500 kal/g (Hirniah, 2020; Rumiyantri *et al.*, 2018; Terhider & Ediba, 2021). Nilai kalor bio-briket hasil beberapa penelitian tersebut mampu memenuhi standar nasional Indonesia dengan minimum 5000 kal/g (BSN, 2000), serta

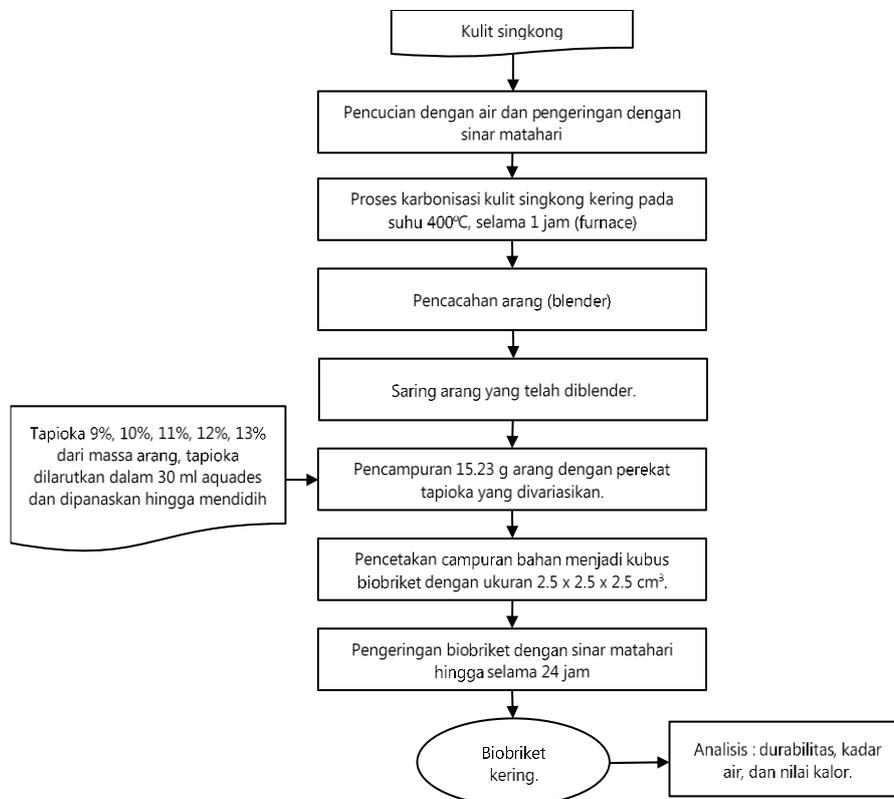
dapat memenuhi standar beberapa Negara seperti India dan Uni Eropa yang mensyaratkan nilai kalor minimum 3000 hingga 3500 kal/g (Bureau of Indian Standards, 2022; Cesprini et al., 2021).

Saat ini belum ada produk biobriket dari kulit singkong yang dijual dipasaran, hal ini menunjukkan adanya kendala terkait karakteristik produk yang belum memenuhi standar. Salah satu karakteristik yang cukup penting adalah kekuatan biobriket, parameter tersebut menampilkan performa biobriket agar tidak mudah hancur karena terjatuh, tertimpa atau terbentur selama proses penggunaan, penyimpanan dan transportasi (Karunanithy et al., 2012). Kekuatan biobriket dapat dianalisis menggunakan metode durabilitas, Di mana bio-briket dilepaskan dari ketinggian 1,85 – 2 meter ke atas sebuah plat baja datar sebanyak tiga sampai empat kali, Berat dari briket yang tidak hancur kemudian dicatat. Data ini memberikan indikasi kemampuan briket untuk menahan penanganan mekanis (Anggraeni et al., 2021; Oyelaran et al., 2014; Oyelaran et al., 2017).

Biobriket dari berbagai bahan baku telah diteliti nilai durabilitasnya yang diantaranya jerami gandum, sisa-sisa tanaman jagung, batang bunga matahari, rumput gajah, jerami carnola, serbuk gergaji dan jerami oat. Bahan tersebut mampu mencapai nilai durabilitas lebih dari 90% dengan metode yang tepat (Karunanithy et al., 2012). Kekurangan data dari penelitian biobriket yang bersumber dari arang kulit singkong adalah belum tersedianya metode produksi dan data terkait nilai durabilitas produk tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dampak variasi massa perekat tapioka terhadap nilai uji durabilitas bio-briket dari bahan baku arang kulit singkong. Selain analisis durabilitas, juga dilakukan analisis terhadap densitas, kadar air dan nilai kalor dari produk bio-briket.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Jakarta pada Bulan Agustus 2023, untuk analisis nilai kalori dilakukan menggunakan *bomb calorimeter* di Laboratorium Puslabfor Bareskrim Polri. Tahapan awal dilakukan pengumpulan kulit singkong yang didapatkan dari pasar tradisional, biasanya dikumpulkan pada wadah yang terpisah dari sampah domestik sebelum dikirimkan ke pembuangan akhir. Kulit singkong yang telah terkumpul selanjutnya dicuci dengan air agar bersih dari tanah dan pengotor lain sambil dilepas kulit coklatnya.



Gambar 1. Diagram alir penelitian biobriket dari kulit singkong dengan variasi perekat tapioka

Tahap berikutnya kulit singkong dikeringkan dengan cara dijemur, selanjutnya dilakukan karbonisasi dengan suhu 400°C selama 1 jam menggunakan tungku. Arang dari kulit singkong yang terbentuk masih memiliki ukuran cukup besar sehingga perlu dilakukan pengecilan ukuran menggunakan blender dan disaring hingga memiliki ukuran yang kecil dan seragam. Perekat tapioka disiapkan sebelum dilakukan pencetakan, tapioka dengan variasi 9%, 10%, 11%, 12%, 13% dari massa arang dilarutkan dalam 30 ml aquades dan dipanaskan hingga mendidih. Selanjutnya arang kulit singkong sebanyak 15.23 g untuk masing-masing variasi perekat tapioka dicampurkan hingga homogen.

Tahap berikutnya adalah pencetakan bio-briket berbentuk kubus dengan alat cetak berukuran 2.5 cm x 2.5 cm x 2.5 cm dimana ukuran tersebut adalah ukuran yang sudah komersil. Proses cetak dilakukan dengan tekanan tangan karena jika dilakukan dengan alat penambah tekanan seperti hidrolik, produk yang dihasilkan akan sulit dilepas dari cetakan. Kubus bio-briket dikeringkan selama 24 jam untuk selanjutnya dilakukan analisis karakteristiknya. Diagram alir penelitian terdapat pada Gambar 1.

Durabilitas adalah ukuran kemampuan briket untuk menahan kekuatan destruktif seperti kompresi, dampak, dan gesekan selama penanganan dan transportasi. Produksi partikel halus atau debu selama penggunaan, transportasi, dan penyimpanan dapat memberikan dampak bahaya kesehatan dan lingkungan yang tidak nyaman (Karunanithy *et al.*, 2012). Analisis durabilitas dilakukan dengan langkah menimbang massa awal sampel bio-briket (m1), selanjutnya sampel dijatuhkan dari ketinggian 2 meter sebanyak 3 kali di atas permukaan padat. Langkah berikutnya melakukan penimbangan sampel (m2) dan dilakukan perhitungan nilai durabilitas menggunakan Persamaan 1.

$$\text{Durabilitas}(\%) = (m2/m1) \times 100\% \dots \dots (1)$$

Keterangan:

m1 : massa biobriket sebelum dijatuhkan (g)

m2 : massa biobriket setelah dijatuhkan (g)

Densitas adalah parameter penting untuk tujuan penyimpanan dan transportasi bio-briket. Produk bio-briket dengan densitas yang tinggi lebih disukai sebagai bahan bakar karena memiliki nilai kalor yang tinggi dan karakteristik pembakaran yang baik (Davies & Davies, 2017). Analisis densitas dilakukan dengan cara menimbang sampel biobriket kering dan mengukur dimensi kubus biobriket, selanjutnya dilakukan perhitungan densitas menggunakan Persamaan 2.

$$\rho = m/v \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

ρ : densitas (g/cm³)

m : massa (g)

v : volume (cm³)

Analisis kadar air dilakukan untuk mengetahui kualitas bio-briket yang akan berkaitan dengan daya tahan, kemampuan pembakaran dan penyimpanan. Cara kerjanya yaitu menimbang sampel biobriket sebelum dilakukan pengeringan, lalu sampel dimasukkan ke oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. setelah itu sampel didinginkan dengan desikator sampai mencapai suhu ruangan untuk ditimbang. Selanjutnya dilakukan perhitungan kadar air menggunakan Persamaan 3 (BSN, 2000).

$$\text{Kadar air}(\%) = (m1 - m2/m1) \times 100\% \dots \dots (3)$$

Keterangan:

m1 : massa sampel sebelum pengeringan (g)

m2 : massa sampel setelah pengeringan (g)

Rancangan percobaan ditampilkan pada Tabel 1 yang berisi informasi terkait variabel bebas persen massa tapioka dan variabel tetap massa arang dan jumlah aquadest.

Tabel 1. Rancangan percobaan penelitian

Sampel biobriket dengan perekat tapioka (%)	Massa Tapioka (g)	Massa arang (g)	Aquadest (ml)
9	1.37	15.23	30

Sampel biobriket dengan perekat tapioka (%)	Massa Tapioka (g)	Massa arang (g)	Aquadest (ml)
10	1.52	15.23	30
11	1.67	15.23	30
12	1.82	15.23	30
13	1.97	15.23	30

HASIL PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini memperlihatkan karakteristik dari produk bio-briket yang persentase massa perekat tapioka divariasikan. Sebagai pembanding digunakan sampel bio-briket komersil dari tempurung kelapa dengan data hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Biobriket dari arang tempurung kelapa komersil sebagai standar pembanding

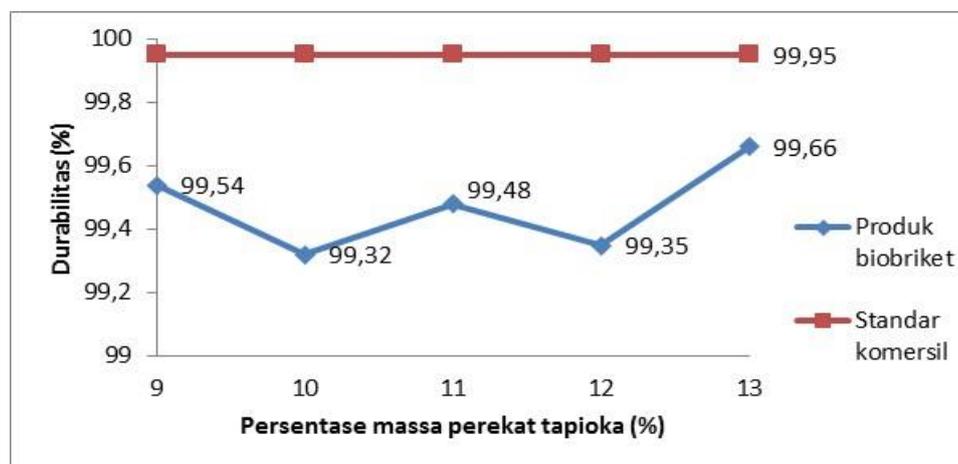
Parameter	Nilai
Durabilitas (%)	99.95
Densitas (g/cm ³)	0.97
Kadar Air (%)	5.00

Karakteristik bio-briket dengan variasi perekat tapioka dapat dilihat pada Tabel 3. Rentang persentase massa tapioka diambil antara 9 sampai 13% dengan interval 1%, hal ini disebabkan pada persentase massa perekat dibawah 9% produk tidak dapat melekat secara utuh dan menyisakan serpihan arang yang tidak menempel pada hasil cetakan. Sedangkan pada produk dengan perekat diatas 13% menjadi sulit dicetak karena terlalu lunak sehingga menghasilkan dimensi produk yang tidak konsisten.

Tabel 3. Karakteristik Biobriket dari arang kulit singkong dengan variasi persen massa perekat tapioka

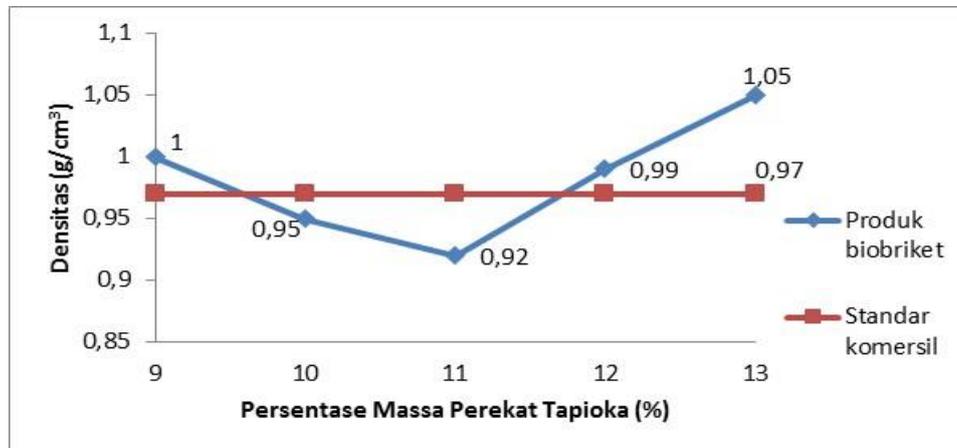
Persentase massa perekat tapioka (%)	Massa arang (g)	Durabilitas (%)	Densitas (g/cm ³)	Kadar Air (%)
9	15.23	99.54	1.00	5.38
10	15.23	99.32	0.95	4.93
11	15.23	99.48	0.92	4.90
12	15.23	99.35	0.99	4.49
13	15.23	99.66	1.05	5.09

Durabilitas tertinggi ditampilkan pada sampel 13% dengan nilai 99.66%. Sampel dengan tapioka 9% memiliki nilai durabilitas yaitu 99.54% dimana sampel tersebut merupakan posisi kedua tertinggi yang mendekati nilai durabilitas bio-briket komersil dari tempurung kelapa. Pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa penambahan jumlah perekat terlihat kurang mempengaruhi durabilitas, hal ini dimungkinkan untuk terjadi karena partikel arang dan tapioka kurang homogen ketika proses pencampuran.



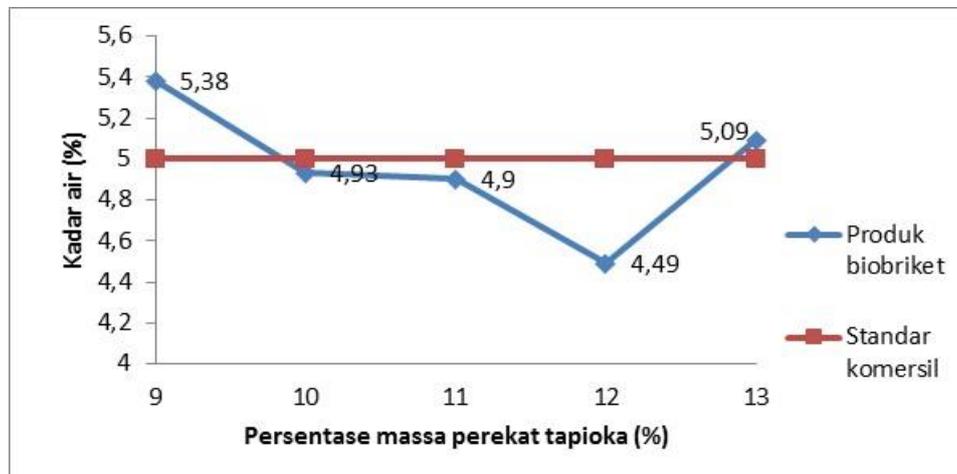
Gambar 2. Pengaruh persentase massa perekat tapioka terhadap durabilitas biobriket

Pada Gambar 2 memperlihatkan densitas biobriket hasil penelitian yang paling mendekati nilai standar komersil terdapat pada sampel 12% yaitu sebesar $0,99 \text{ g/cm}^3$, densitas yang tinggi memberikan dampak dari terhadap durabilitas yang meningkat. Di sisi lain densitas yang tinggi akan membutuhkan material yang lebih banyak untuk menghasilkan satu produk dengan dimensi yang sama (Nurba *et al.*, 2019).



Gambar 3. Pengaruh persentase massa perekat tapioka terhadap densitas biobriket

Kadar air dari masing-masing sampel biobriket ditampilkan pada Gambar 4, dimana parameter ini sudah memenuhi nilai standar SNI yaitu maksimum 8% maupun standar India dan Uni-Eropa dengan nilai acuan maksimum 15%. Kadar air yang tinggi akan menyebabkan briket sulit terbakar, sedangkan kadar air rendah menyebabkan bio-briket mudah untuk pecah. Peningkatan kadar air akan memberikan dampak terhadap peningkatan durabilitas dan densitas. Densitas yang lebih tinggi pada bio-briket umumnya menghasilkan durabilitas yang lebih baik. Ini karena briket yang lebih padat cenderung lebih kuat dan tahan terhadap benturan dan tekanan mekanis (Mwinuka, 2015).



Gambar 4. Pengaruh persentase massa perekat tapioka terhadap kadar air biobriket

Produk optimum dari penelitian ini yaitu dengan persentase massa perekat tapioka 9% dengan nilai durabilitas 99,54%, densitas 1 g/cm^3 dan kadar air 5,39%. Walaupun durabilitas tapioka 13% lebih tinggi yaitu sebesar 99,66%, akan tetapi densitas yang terlalu tinggi mengakibatkan tingginya jumlah tapioka yang harus dipakai. Hal ini kurang baik untuk produk biobriket jika ingin diproduksi secara komersil, mengingat kulit singkong berasal dari limbah sedangkan tapioka dibeli dan akan mempengaruhi biaya produksi jika jumlahnya meningkat. Pengujian nilai kalor dari biobriket hanya dilakukan pada sampel 9% karena dianggap memiliki karakteristik yang optimum berdasarkan parameter uji sebelumnya seperti durabilitas, densitas dan kadar air. Hasil uji menggunakan *bomb calorimeter* Leco AC600 menghasilkan nilai kalor sampel tapioka 9% sebesar $3242,37 \text{ kal/g}$. Nilai tersebut sudah memenuhi standar India yaitu

minimum 3000 kal/g, akan tetapi belum memenuhi standar Uni-Eropa yaitu 3500 kal/g atau SNI yaitu 5000 kal/g.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, produksi bio-briket menggunakan kulit singkong sebagai bahan baku dengan perekat tapioka. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan persentase perekat yang optimum dengan parameter analisis diantaranya durabilitas, densitas dan kadar air. Hasil analisis menunjukkan persentase massa perekat tapioka yang optimum didapatkan pada 9% dengan nilai durabilitas 99.54%, densitas 1 g/cm³, kadar air 5,39% dan nilai kalor 3242.37 kal/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Jakarta selaku penyedia dana penelitian dan publikasi makalah ilmiah berdasarkan kontrak penelitian internal tahun pelaksanaan 2023 antara Universitas Muhammadiyah Jakarta dengan peneliti Nomor: 80/R-UMJ/VII/2023 tertanggal 10 Juli 2023. Serta berterima kasih kepada Jurusan Teknik Kimia UMJ sebagai tempat pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebayo, K., & Seck, A. (2020). *West Africa Competitiveness Programme Regional Investment Profile - Summary - Cassava Value Chain*. Geneva.
- Anggraeni, S., Hofifah, S. N., Nandiyanto, A. B. D., & Bilad, M. R. (2021). Effects of Particle Size and Composition of Cassava Peels and Rice Husk on The Briquette Performance. *Journal of Engineering Science and Technology*, 16(1), 527–542.
- Badan Pusat Statistik. (2015). Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi (ton), 1993-2015. Retrieved September 19, 2022, from <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/880>
- BSN. (2000). SNI 01-6235-2000 tentang Briket Arang Kayu. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Bureau of Indian Standards. (2022). Solid Biofuels — Fuel Specification and Classes — Briquettes From Agro and Herbaceous Residues.
- Cesprini, E., Greco, R., Causin, V., Urso, T., Cavalli, R., & Zanetti, M. (2021). Quality assessment of pellets and briquettes made from glued wood waste. *European Journal of Wood and Wood Products*, 79, 1153–1162. <https://doi.org/10.1007/s00107-021-01695-1>
- D Nurba, M Yasar, Mustaqimah, Fadhil, R., S P Sari, & C V Mysa. (2019). Performance of Corncobs and Wood Charcoal Briquette as Heat Energy Sources in In-Store Dryer. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 365 (pp. 1–10). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012048>
- Davies, R. M., & Davies, O. A. (2017). Effect of Density on the Some Thermal Characteristics of Briquettes at Different Levels of Binder, Pressure and Particle Sizes. *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology*, 5(7), 1–7.
- EsauMwinuka, T. (2015). Effects of Process Parameters on the Density and Durability of Biomass Briquettes Made from Wet Method. *International Journal of Engineering Research and Development*, 11(1), 32–38.
- Firdaus, A., & Octavianus, B. (2021). Biobrickets Made from Cassava Skin Waste Utilizing Banana Plastic Waste Glue and Water Hyacinth. *Indonesian Journal of Engineering and Science*, 2(2), 7–13.
- Fitriyano, G., Ismiyati, I., Purnawan, I., Othman, R., & Ramadhan, R. F. (2023). Mini Review: Potential Utilization of Cassava Peel Waste as Raw Material for Bio Briquettes Production in Indonesia. In *E3S Web of Conferences* (p. 10). EDP Sciences. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343200011>
- Food and Agriculture Organization. (2020). Top 10 Country Production of Cassava. Retrieved September 19, 2022, from https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity
- Hirniah, F. E. (2020). *Analisis Energi dalam Pembuatan Briket Arang dari Kulit Singkong dengan Tepung*

Tapioka sebagai Perekat. UNIVERSITAS JEMBER.

- Karunanithy, C., Wang, Y., Muthukumarappan, K., & Pugalendhi, S. (2012). Physiochemical Characterization of Briquettes Made from Different Feedstocks. *Biotechnology Research International*, 12.
- O.A. Oyelaran, B.O. Bolaji, M.A. Waheed, & M.F. Adekunle. (2014). Effects of Binding Ratios on Some Densification Characteristics of Groundnut Shell Briquettes. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 5(2), 167–172. <https://doi.org/10.5829/idosi.ijee.2014.05.02.08>
- O.A. Oyelaran, O. Balogun, A.O. Ambali, & Abidoye, J. K. (2017). Characterization of Briquette Produced from Tannery Solid Waste. *Journal Of Materials And Engineering Structures*, 4, 79–86.
- Rumiyanti, L., Irnanda, A., & Hendronursito, Y. (2018). Analisis Proksimat Pada Briket Arang Limbah Pertanian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 3(1), 15–22. <https://doi.org/doi.org/10.21009/Spektra.031.03>
- Terhider, U. E., & Ediba, O. E. (2021). Investigation of The Combustion Characteristics of Briquettes Produced From Cassava Peels, Mango Nuts and Orange Peels. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 3(10), 736–742.