

Analisis Perbedaan Penggunaan Air pada Sifat Perakatan Produksi Biobriket Arang Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa dengan Metode Pengujian Droptest.

Adriansyah Karunia Ramadhana

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: adriansyahkarunia.20057@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Limbah merupakan material sisa atau buangan yang berasal dari proses produksi alami maupun buatan yang kehadirannya tidak bermanfaat bagi lingkungan. Sektor pertanian merupakan penyumbang limbah yang berpotensi untuk dijadikan biomassa seperti singkong, jerami, tongkol jagung dan tempurung kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah biomassa dan menganalisis perbedaan sifat perakatan penggunaan aktivator perekat pada biobriket arang tempurung kelapa dan tongkol jagung. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan memproduksi terlebih dahulu briket melalui tahap karbonisasi dengan suhu 400°C selama 4 jam, kemudian penghalusan dengan lumpang dan penyaringan hingga partikel arang berukuran >60 mesh, arang yang telah halus dicampurkan dengan rasio komposisi arang tempurung kelapa, tongkol jagung dan perekat (70:20:10) kemudian ditambahkan air dengan 2 perlakuan air dengan suhu ruangan (25°C) dan air mendidih (100°C), lalu adonan arang dicetak dan kemudian dikeringkan. Hasil penelitian ini, biobriket dengan aktivator perekat air mendidih (100°C) memiliki selisih sifat perakatan yang lebih unggul sebesar 2,5% dibanding penggunaan aktivator perekat air dingin (25°C). Selain itu, secara fisik biobriket arang yang menggunakan air panas sebagai aktivator perekat cenderung tidak mengalami kerontokkan jika dibandingkan dengan biobriket arang dengan aktivator perekat air dingin ditinjau dari minimnya debu yang menempel pada saat biobriket dipegang dengan tangan setelah proses pengeringan.

Kata Kunci: Potensi limbah, Tempurung Kelapa, Tongkol Jagung, Produksi, Perekat

Abstract

Wastes are residual materials derived from natural or artificial production processes whose presence is not beneficial to the environment. The agricultural sector is a potential waste contributor as biomass such as cassava, straw, corncobs and coconut shells. This study aims to treat biomass waste and analyze differences adhesive properties of the adhesive activators on the bio-char from coconut shells and corncobs. This study used an experimental method by producing charcoal through the carbonization stage at 400°C for 4 hours, then crushing them with mud and filtrate up to >60 mesh charcoal particles, finely mix the crushed coconut shells and corncobs charcoals with adhesive with 2 water treatments (room temperature (25°C) and boiling water (100°C)) as a adhesive activators using composition ratio (70:20:10) then pressed in parelepipedal using 100kg pressure and then dried. Result of this study, bio-charcoal briquettes with boiling water (100°C) treatment as adhesive activators have a difference superiority 2,5% than a cold water treatment (25°C). in addition, phisically bio-charcoal briquettes that uses boiling water (100°C) as an adhesive activator tends to be non-defective when compared to bio-charcoal briquettes with cold water adhesive activators, reviewed by the lack of dust attached, when the bio-charcoal briquettes held by hand after drying process.

Keywords: Potential waste, Coconut Shell, Corn Cob, Production, Adhesive

PENDAHULUAN

Limbah merupakan material sisa atau buangan yang berasal dari proses produksi alami maupun buatan, yang kehadirannya tidak bermanfaat bagi lingkungan (Anita, 2023). Peningkatan populasi manusia menyebabkan banyaknya limbah yang dihasilkan di permukaan bumi, mengingat adanya peningkatan kebutuhan barang dan jasa (El-Khalifa et al, 2009). Selain menghasilkan peningkatan limbah, peningkatan populasi manusia juga meningkatkan kebutuhan manusia akan konsumsi energi (Pramudiarini, 2021). Energi merupakan komponen utama penunjang kehidupan dan perkembangan zaman. Peningkatan konsumsi energi dapat menyebabkan krisis energi terutama pada energi yang berasal dari fosil. Oleh karena itu, pengembangan energi baru terbarukan (EBT) sedang ditingkatkan oleh pemerintah Indonesia (Denny, 2021).

Salah satu contoh energi baru terbarukan (EBT) yaitu biomassa. Biomassa merupakan residu makhluk hidup yang tersusun atas komponen utama selulosa dan lignin (Wu *et al.*, 2022). Energi biomassa dapat dihasilkan dari bahan limbah produksi. Salah satunya yaitu sektor pertanian, kegiatan pertanian menghasilkan residu yang merupakan bahan biomassa dengan potensi energi besar dan cenderung dibiarkan menjadi limbah setelah panen (Setyono dan Kiono, 2021). Pemanfaatan biomassa dapat dirubah menjadi bentuk padat, cair dan gas sebagai pemasok energi yang efisien (Pribadyo dan Hanid, 2020). Salah satu pemanfaatan biomassa menjadi bahan bakar padat yaitu biobriket arang, biobriket arang memiliki beberapa keunggulan diantaranya memiliki nilai kalor tinggi, tidak beracun, tidak berasap, waktu pembakaran lebih lama dan berpotensi menggantikan batu bara (Iskandar *et al.*, 2019). Selain itu, biobriket dipilih karena berasal dari tanaman sehingga dapat diperbarui, dapat mengurangi kadar limbah dan dapat dikonversi pada berbagai sektor energi.

Kelapa (*Cocos Nucifera L*) tersusun atas 25,1% sabut kelapa, 28,1% daging buah, 32,7% air kelapa dan 14,1% tempurung kelapa (Sa'adah *et al.*, 2017). Kelapa merupakan tanaman seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan seperti tempurung kelapa yang dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif (Muhammad *et al.*, 2022). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kabir *et al.*, 2022 mengujikan komposisi kimia tempurung kelapa yang berasal dari negara Malaysia menghasilkan kadar karbon (C) 40,08%, oksigen (O) 54,31%, hidrogen (H) 1,4%, sulfur (S) 0,17%. Tingginya kadar karbon menjadikan tempurung kelapa menjadi limbah potensial yang dapat dimanfaatkan menjadi biobriket arang.

Tongkol jagung mengandung senyawa kimiawi berupa karbon (C) 36,4%, hidrogen (H) 6,2%, nitrogen (N) 0,5%, sulfur (S) 0,05%, oksigen (O) 47,1% dan memiliki kandungan proksimat kadar abu 9,8%, kadar 11%, kadar karbon terikat 9,2%, kadar zat menguap 70%.

Perekat tepung tapioka merupakan perekat tepung yang berasal dari pati (*starch*) tanaman singkong. Pada biobriket arang, perekat berfungsi untuk untuk pengikat partikel arang agar dapat dibentuk dan tidak mudah pecah (Alawiyah, 2022). Dalam pengaplikasiannya, perekat tepung tapioka dicampurkan dengan air agar larut dan

kemudian membentuk pasta lengket yang kemudian dicampur dengan partikel arang.

Studi penelitian ini bertujuan untuk memberikan edukasi produksi biobriket dari campuran arang tempurung kelapa, tongkol jagung dan perekat yang kemudian menganalisis sifat perekatan pada fisik biobriket arang dengan membandingkan penggunaan aktivasi perekat berupa air dingin (suhu ruangan) dengan penggunaan aktivasi perekat air panas (100°C).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode produksi dan eksperimen, metode produksi dilakukan dengan menunjukkan langkah-langkah pembuatan biobriket. Metode eksperimen yang dilakukan yaitu menganalisis sifat fisik perekatan setelah briket dikeringkan dan melakukan pengujian *droptest* pada biobriket yang telah dikeringkan. Penelitian ini dilakukan dalam kondisi dan peralatan yang telah disesuaikan.

Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 13 November 2024.

Tempat Penelitian

Tempat produksi dan analisis dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar A8, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

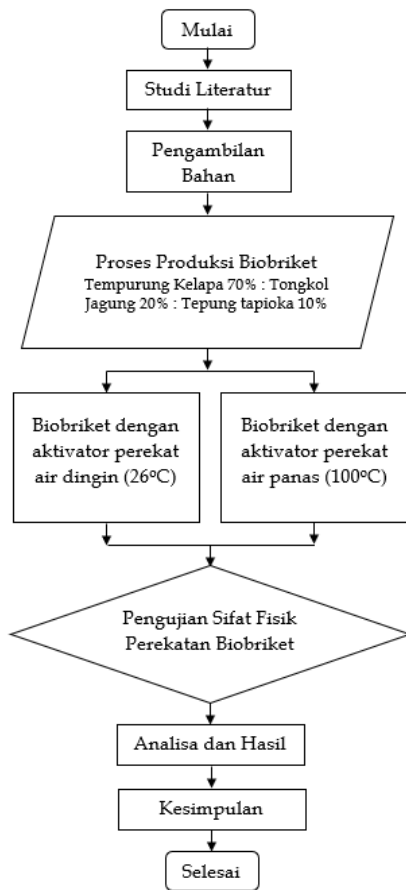
Objek Penelitian

Objek penelitian berupa biobriket arang yang menggunakan aktivator perekat air dingin (suhu ruangan) dan aktivator perekat air panas (100°C).

Variabel

- Variabel Bebas: sifat fisik perekatan pada biobriket arang tempurung kelapa dan tongkol jagung.
- Variabel Terikat: Suhu air yang digunakan sebagai aktivator perekat (25°C) dan (100°C).
- Variabel Kontrol:
 - a. Bahan tempurung kelapa dan tongkol jagung berasal Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur, Indonesia.
 - b. Perekat yang digunakan tepung tapioka merk Rose Brand.
 - c. Perbandingan komposisi air dan perekat 10:1.
 - d. Perbandingan komposisi bahan baku biobriket.
 - e. Bahan yang diujikan telah dihaluskan dengan ukuran partikel 60 mesh.
 - f. Ketinggian pengujian *droptest* 100 cm.

Diagram Alir Penelitian



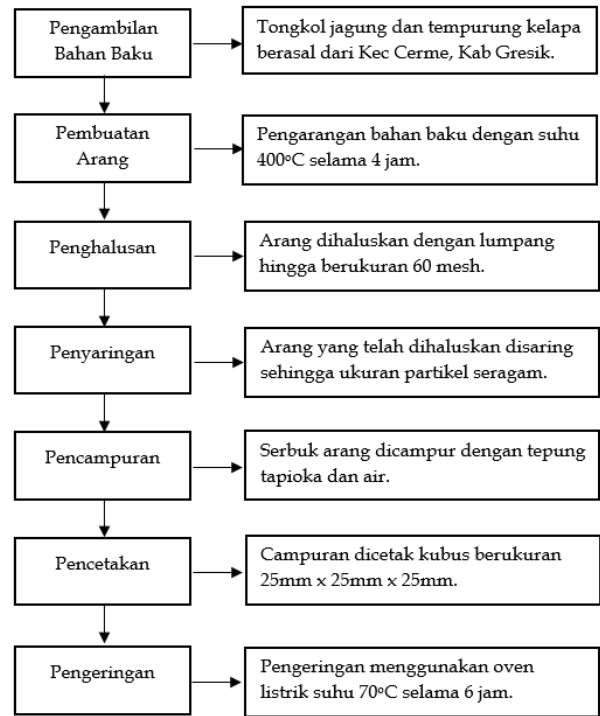
Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Proses Penelitian

- Proses produksi biobriket arang yang digunakan sebagai spesimen uji kerapuhan sebagai berikut ini:
 - a. Pengambilan bahan baku dari daerah yang telah disebutkan.
 - b. Proses pengarangan bahan baku.
 - c. Menghaluskan arang tempurung kelapa dan tongkol jagung menggunakan lumpang
 - d. Menyaring arang yang telah dihaluskan dengan ukuran 60 mesh.
 - e. Mencampurkan bahan baku yang telah dihaluskan dengan tepung tapioka dan air.
 - f. Bahan yang telah tercampur merata dicetak kubus berukuran 25 x 25 x 25 mm dengan pembebanan 100 Kg.
 - g. Bahan yang telah dicetak dikeringkan.
- Proses penghitungan nilai ekonomis dari hasil briket bioarang sebagai berikut:
 - a. Menganalisis sifat perlekatan sebelum pengujian *droptest*.
 - b. Menimbang massa biobriket yang telah dikeringkan.
 - c. Melakukan *droptest* biobriket arang yang telah dikeringkan dengan ketinggian 100 cm.
 - d. Menimbang partikel yang rontok setelah dilakukan pengujian *droptest*.

Proses Produksi Biobriket

Pada penelitian ini proses produksi biobriket arang melalui beberapa tahap. Berikut merupakan diagram tahapan pembuatan biobriket arang. Uji karakteristik air bertujuan untuk mengetahui kandungan air pada bahan tersebut, sehingga jika diolah menjadi briket bioarang mendapatkan hasil yang baik. Kadar air dihitung menggunakan persamaan:



Gambar 2. Skema Produksi Biobriket Arang

Tahap awal pada tahap produksi yaitu pengambilan bahan baku. Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah tempurung kelapa dan tongkol jagung. Bahan baku diambil dari Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik.



Gambar 3. Bahan Baku

Tahap berikutnya merupakan tahap pengarangan, pada penelitian ini pengarangan menggunakan metode pembakaran *drum klyn* dengan suhu 400°C selama 4 jam. Atau menggunakan pembakaran konvensional dengan mengontrol kadar oksigen selama proses pembakaran hingga bahan baku menjadi arang (dilihat dari bahan yang menghitam).



Gambar 4. Pengarangan

Tahap berikutnya merupakan tahap penghalusan, pada penelitian ini, setelah bahan baku dikarbonisasi (pengarangan). Arang tempurung kelapa dan tongkol jagung dihaluskan menggunakan lumpang, arang dihaluskan hingga berukuran 60 mesh.



Gambar 5. Penghalusan Bahan

Tahap berikutnya merupakan tahap penyaringan, pada tahap ini arang yang telah dihaluskan dengan lumpang disaring menggunakan saringan 60 mesh. Sehingga ukuran yang lebih besar tidak akan bercampur dan ukuran partikel arang menjadi seragam.



Gambar 6. Penyaringan Partikel Arang

Tahap berikutnya merupakan tahap pencampuran, serbuk arang yang telah disaring dicampurkan dengan tepung tapioka dan air. Pada penelitian ini, terdapat 2

perlakuan air yang digunakan sebagai aktivator perekat tepung tapioka yaitu air panas dan air dingin dengan penggunaan komposisi massa air yang sama. Berikut merupakan komposisi campuran yang digunakan.

Tabel 1. Komposisi Campuran Bahan Biobriket

Massa Bahan				
Sampel	Tempurung Kelapa (gr)	Tongkol Jagung (gr)	Tepung Tapioka (gr)	Rasio air (ml)
Briket	56	16	8	80
Bioarang				

Setelah tahap pencampuran bahan baku, biobriket kemudian dicetak pada besi hollow berukuran 25mm x 25mm x 25mm dengan penekanan sebesar 100kg.



Gambar 7. Tahap Pencetakan

Tahap Eksperimen

Tahap eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan menganalisis tekstur biobriket dan sifat perekatan setelah dikeringkan. Kemudian melakukan percobaan *droptest* dengan ketinggian 100 cm pada masing-masing biobriket yang menggunakan perlakuan air panas (100°C) dan dingin (25°C).

Uji Kerapuhan Biobriket Arang

Pengujian *Droptest*

Pengujian *droptest* bertujuan untuk mengetahui kekuatan rekat pada briket, semakin kuat sifat perekatan briket menunjukkan kualitas fisik yang bagus. Apalagi jika briket digunakan untuk kebutuhan komersial yang melewati tahap pengiriman jarak jauh. Pada penelitian ini, setelah briket dilakukan uji *droptest* akan dianalisis sebagai berikut.

$$\text{Sifat Perekatan} = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100\%$$

Keterangan:

M1 = Massa awal biobriket sebelum *droptest*.

M2 = Massa biobriket setelah dilakukan *droptest*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini mengujikan biobriket arang yang terbuat dari campuran tempurung kelapa, tongkol jagung dan perekat tapioka dengan penggunaan kondisi air yang berbeda. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh air pada sifat perekatan pada biobriket arang. Berikut merupakan hasil pengujian *droptest* biobriket arang.

Tabel 2. Hasil uji *droptest* biobriket arang

Variasi yang digunakan	M1 (g)	M2 (g)	Kerontokkan (%)	Perekatan (%)	Rata-Rata (%)
Air Panas 100°C	12,3	12,1	1,626016	98,37398	98,6365
	12,6	12,4	1,587302	98,4127	
	11,4	11,3	0,877193	99,12281	
Air Dingin 25°C	12,8	12,3	3,90625	96,09375	96,09347
	11,3	10,9	3,539823	96,46018	
	11,7	11,2	4,273504	95,7265	

Pembahasan Uji Kerapuhan

Kerapuhan pada biobriket arang dipengaruhi oleh ukuran partikel, perekat yang digunakan, kuat tekan pencetakan dan kadar air yang terkandung pada bahan (Farhan dan Muhaji, 2024). Pada penelitian ini perekat menggunakan tepung tapioka dengan perbandingan dengan bahan baku (1:10), kuat tekan pencetakan yang digunakan sebesar 100 Kg, dan ukuran partikel sebesar >60 mesh.

Perekat membutuhkan aktivator untuk mengaktifkan sifat perekatan, mengingat bentuk awal tapioka merupakan tepung yang berasal dari pati (*starch*) singkong yang mana membutuhkan air untuk melarutkan tepung dan menjadi pasta.

Pada penelitian ini perekat yang dipilih tepung tapioka dikarenakan daya adhesi yang dihasilkan sangat baik, tidak mengandung racun, ketersediaannya banyak dan tidak beracun. Serta tepung tapioka memiliki sifat *thermoplastic* yang dapat larut dan berubah menjadi padatan ketika sudah dingin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan penggunaan air sebagai aktivator perekat. Pengujian yang dilakukan untuk menguji sifat perekatan menggunakan metode *droptest*. Hasil uji kerapuhan dikonversi menjadi tabel berikut.



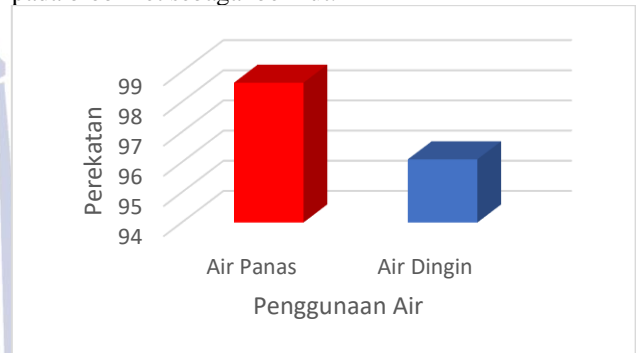
Gambar 8. Diagram Batang Kerapuhan Biobriket Arang

Dari gambar diagram batang diatas dapat dilihat setelah dilakukan pengujian *droptest* pada biobriket arang penggunaan air panas memiliki kadar kerapuhan yang rendah yaitu sebesar 1,363% memiliki pengaruh selisih 2,5% dari penggunaan air dingin sebesar 3,906% hal ini dikarenakan air panas mampu melarutkan tepung tapioka dengan baik sehingga tepung tapioka tidak menggumpal dan lebih merata ketika dicampurkan dengan bahan biobriket. Sedangkan pada air dingin, diperlukan

pengadukan lebih ketika mencampurkan air dan tepung tapioka agar tidak menggumpal.

Secara fisik pada biobriket yang menggunakan air panas sebagai aktivator perekat tepung tapioka ketika biobriket telah melalui tahap pengeringan, biobriket ketika dipegang dengan tangan cenderung tidak berdebu (mengalami kerontokkan ringan), sedangkan pada penggunaan aktivator air dingin pada perekat tepung tapioka, ketika biobriket telah melalui tahap pengeringan biobriket cenderung mengalami kerontokkan ringan apabila dipegang dengan tangan.

Dari hasil diatas dapat dianalisis pengaruh perbedaan aktivator perekat tepung tapioka terhadap sifat perekatan pada biobriket sebagai berikut.



Gambar 9. Diagram Batang Sifat Perekatan Biobriket Arang

Dari gambar diagram diatas, sifat perekatan pada penggunaan air panas untuk aktivator perekat tapioka lebih baik dengan hasil sebesar 98,63% sedangkan air dingin sebesar 96,093%.

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian, hasil penelitian dan analisis pembahasan, dapat disimpulkan jika diperuntukkan untuk produksi biobriket arang, aktivator perekat tepung tapioka lebih baik menggunakan air panas, dikarenakan terdapat selisih sifat perekatan sebesar 2,5% dari penggunaan air dingin sebagai aktivator. Dan dapat ditinjau pada proses produksi setelah tahap pengeringan biobriket yang menggunakan air panas cenderung tidak mengalami kerontokkan ringan dilihat ketika dipegang dengan tangan, tidak meninggalkan bekas debu arang.

Saran

Berdasarkan hasil, analisa, dan kesimpulan didapatkan saran sebagai berikut ini:

- Aktivator perekat tepung tapioka lebih direkomendasikan untuk menggunakan air panas untuk memaksimalkan adhesi yang dihasilkan.
- Perlu adanya uji fisik berupa densitas pada biobriket arang.
- Membandingkan perekat tepung tapioka dengan perekat lain yang biasa digunakan untuk produksi biobriket arang.
- Dilakukan pengujian karakteristik membandingkan antara penggunaan air panas dan air dingin sebagai aktivator perekat biobriket arang.
- Menganalisis nilai ekonomis produksi biobriket arang.

- Perlu adanya sosialisasi tentang produksi biobriket arang sebagai upaya optimalisasi pemanfaatan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- A'la, M. (2017). Pengurangan Karbon (C) pada Serasah Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) dan Daun Trembesi (*Samanea saman*) Melalui Metode Pengomposan Lubang Resapan Biopori Inovatif. 10.
- Alawiyah, S., Ulva, S. M., Christyanti, R. D., & Sulaiman, D. (2022). Pemanfaatan Limbah Produksi Kayu Dan Pertanian Sebagai Sumber Energi Alternatif Desa Salimbatu. *JURNAL APLIKASI DAN INOVASI IPTEKS "SOLIDITAS" (J-SOLID)*, 5(1), 58. <https://doi.org/10.31328/js.v5i1.3269>
- Anita, A. (2023). Pemanfaatan Limbah Roti Menjadi Produk Yang Bernilai Guna Menuju Penerapan Circular Economy. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 2(3), 59–68. <https://doi.org/10.56127/Juit.V2i3.1186>
- Anizar, H., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Pengaruh Bahan Perekat Tapioka Dan Sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah.
- C. Luo and D. Wu, "Environment and economic risk: An analysis of carbon emission market and portfolio management," *Environmental Research*, vol. 149, pp. 297–301, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.envres.2016.02.007.
- Denny Haryanto Sinaga, Riz Rifai Oktavianus Sasue, & Harvei Desmon Hutahaean. (2021). Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan: Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan. *JOURNAL ZETROEM*, 3(1), 11–17. <https://doi.org/10.36526/ztr.v3i1.1251>
- Denny Haryanto Sinaga, Riz Rifai Oktavianus Sasue, & Harvei Desmon Hutahaean. (2021). Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan: Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan. *JOURNAL ZETROEM*, 3(1), 11–17. <https://doi.org/10.36526/ztr.v3i1.1251>
- E. Kusniawati, Indah Pratiwi, and Sasya Nanda Yonika, "Analisa Pengaruh Nilai Total Moisture Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara Jenis X Di Pt Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan," *JIRK*, vol. 2, no. 8, pp. 3211–3222, Jan. 2023, doi: 10.53625/jirk.v2i8.4652.
- Elkhalifa, S., Al-Ansari, T., Mackey, H. R., & McKay, G. (2019). Food waste to biochars through pyrolysis: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 144, 310–320. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.024>
- F. Hasfita, "Study Pembuatan Biosorben Dari Limbah Daun Akasia Mangium (*Acacia Mangium Wild*) Untuk Aplikasi Penyisihan Logam".
- Febrianti, N., Filiana, F., & Hasanah, P. (2020). Potential of Renewable Energy Resources from Biomass Derived by Natural Resources In Balikpapan. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 17(3), 316–323. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v17i3.316-323>
- H. A. Ajimotokan, S. E. Ibitoye, J. K. Odusote, O. A. Adesoye, and P. O. Omoniyi, "Physico-mechanical Properties of Composite Briquettes from Corncob and Rice Husk," 2019.
- H. Khan, I. Khan, and T. T. Binh, "The heterogeneity of renewable energy consumption, carbon emission and financial development in the globe: A panel quantile regression approach," *Energy Reports*, vol. 6, pp. 859–867, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.egy.2020.04.002.
- Hartanti, L., Syamsunihar, A., & Wijaya, K. A. (2018). Kajian Agronomis dan Kualitas Tepung Berbahan Ubi Kayu Lokal. *Pro Food*, 3(2), 247–255. <https://doi.org/10.29303/profood.v3i2.57>
- Iskandar, N., Nugroho, S., Meta, D., Feliyana, F., & Sudharto, J. (2019). Fakultas Teknik-Universitas Wahid Hasyim Semarang 103 Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu Sni. *Momentum*, 15(2), 103–108.
- J. Kluska, M. Ochnio, and D. Kardaś, "Carbonization of corncobs for the preparation of barbecue charcoal and combustion characteristics of corncob char," *Waste Management*, vol. 105, pp. 560–565, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.wasman.2020.02.036.
- J. Yirijor and A. A. T. Bere, "Production and characterization of coconut shell charcoal-based bio-briquettes as an alternative energy source for rural communities," *Heliyon*, vol. 10, no. 16, p. e35717, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e35717
- Kabir Ahmad, R., Anwar Sulaiman, S., Yusup, S., Sham Dol, S., Inayat, M., & Aminu Umar, H. (2022). Exploring the potential of coconut shell biomass for charcoal production. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(1), 101499. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.05.013>

- Kabir Ahmad, R., Anwar Sulaiman, S., Yusup, S., Sham Dol, S., Inayat, M., & Aminu Umar, H. (2022). Exploring the potential of coconut shell biomass for charcoal production. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(1), 101499. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.05.013>
- Khan, H., Khan, I., & Binh, T. T. (2020). The heterogeneity of renewable energy consumption, carbon emission and financial development in the globe: A panel quantile regression approach. *Energy Reports*, 6, 859–867. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.04.002>.
- Klaas, M., Greenhalf, C., Ouardi, M., Jahangiri, H., Hornung, A., Briens, C., & Berruti, F. (2020). The effect of torrefaction pre-treatment on the pyrolysis of corn cobs. *Results in Engineering*, 7, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100165>
- Kluska, J., Ochnio, M., & Kardaś, D. (2020). Carbonization of corncobs for the preparation of barbecue charcoal and combustion characteristics of corncob char. *Waste Management*, 105, 560–565. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.036>
- Kusniawati, E., Indah Pratiwi, & Sasya Nanda Yonika. (2023). Analisa Pengaruh Nilai Total Moisture Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara Jenis X Di Pt Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan. *Journal Of Innovation Research And Knowledge*, 2(8), 3211–3222. <https://doi.org/10.53625/Jirk.V2i8.4652>
- Li, Y., Liu, F., Zhou, Y., Liu, X., & Wang, Q. (2024). Geographic patterns and environmental correlates of taxonomic, phylogenetic and functional β -diversity of wetland plants in the Qinghai-Tibet Plateau. *Ecological Indicators*, 160, 111889. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111889>
- Muhammad, Z., Maimun, T., Anggara, R., & Pratama, A. (2022). Pembuatan Briket Arang Dari Limbah Biomassa Ampas Kelapa, Ampas Tebu Dan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif. 3(2).
- Mumtazah, S., Romadhon, R., & Suharto, S. (2021). Pengaruh Konsentrasi Dan Kombinasi Jenis Tepung Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Mutu Petis Dari Air Rebusan Rajungan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 3(2), 105–112. <https://doi.org/10.14710/Jitpi.2021.13147>
- Olatunji, O. O., Adedeji, P. A., & Madushele, N. (2023). Thermokinetic analysis of coconut husk conversion by pyrolysis process. *Materials Today: Proceedings*, S2214785323045558. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.285>
- Ortega, C. (2015). Biomass as a sustainable energy source for the future: Fundamentals of conversion processes. *Green Processing and Synthesis*, 4(3). <https://doi.org/10.1515/gps-2015-0028>
- Pamudiarini, R. D., & Ivontianti, W. D. (2021.). Potensi Briket Arang Dari Tongkol Jagung Dan Ampas Teh Sebagai Energi Terbarukan.
- Pratama, O. S., & Noor, A. (2020). Valuasi Ekonomi Limbah Pada Pedagang Kelapa Parut Di Pasar Tradisional Kecamatan Samarinda Ilir, Kecamatan Samarinda Utara Dan Kecamatan Sungai Pinang Kota Samarinda.
- Pribadyo, D., & Hanif, P. (2020). Pengaruh Komposisi Dan Kuat Tekan terhadap Tingkat Kerapuhan Briket Arang Biomasa Campur Batubara dengan Tepung Kanji sebagai Perekat. *Technology Journal*, 2(2), 67–72. <https://doi.org/10.15575/jw.xxx.xxx>
- R. A. M. Napitupulu, S. Ginting, W. Naibaho, S. Sihombing, N. Tarigan, and A. Kabutey, “The effect of used lubricating oil volume as a binder on the characteristics of briquettes made from corn cob and coconut shell,” *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 725, no. 1, p. 012010, Jan. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/725/1/012010.
- R. Kabir Ahmad, S. Anwar Sulaiman, S. Yusup, S. Sham Dol, M. Inayat, and H. Aminu Umar, “Exploring the potential of coconut shell biomass for charcoal production,” *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 13, no. 1, p. 101499, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.asej.2021.05.013.
- Ridjayanti, S. M., Bazenet, R. A., Hidayat, W., Banuwa, I. S., & Riniarti, M. (2021). Pengaruh Variasi Kadar Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (*Falcataria Moluccana*).
- S. M. Ridjayanti, R. A. Bazenet, W. Hidayat, I. S. Banuwa, And M. Riniarti, “Pengaruh Variasi Kadar Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (*Falcataria Moluccana*),” 2021.
- Sa’adah, A. F., Fauzi, A., & Juanda, B. (2017). Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 17(2), 118–137. <https://doi.org/10.21002/jepi.v17i2.661>
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>

- W. Wahyudi and D. Tangasari, "Uji karakteristik briket serbuk gergaji kayu jati dengan pencampuran ampas tebu berdasarkan jumlah variasi perekat (tepung beras ketan)," *Sultra. J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 17–28, Apr. 2023, doi: 10.54297/sjme.v2i1.426.
- Wu, Y., Ghalkhani, M., Ashrafzadeh Afshar, E., Karimi, F., Xia, C., Le, Q. van, & Vasseghian, Y. (2022). Recent progress in Biomass-derived nanoelectrocatalysts for the sustainable energy development. *Fuel*, 323, 124349. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2022.124349>
- Y. Li, F. Liu, Y. Zhou, X. Liu, and Q. Wang, "Geographic patterns and environmental correlates of taxonomic, phylogenetic and functional β -diversity of wetland plants in the Qinghai-Tibet Plateau," *Ecological Indicators*, vol. 160, p. 111889, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.ecolind.2024.111889.
- Z. Hu and L. Wei, "Review on Characterization of Biochar Derived from Biomass Pyrolysis via Reactive Molecular Dynamics Simulations," *J. Compos. Sci.*, vol. 7, no. 9, p. 354, Aug. 2023, doi: 10.3390/jcs7090354.

