

# Penerapan Teknologi Pemanfaatan Limbah Kelapa Muda sebagai Alternatif Bahan Bakar untuk Usaha Pandai Besi di Gampong Pande Kecamatan Tanah Pasir Kabupaten Aceh Utara

Adi Setiawan<sup>✉1</sup>, Muhammad Daud<sup>2</sup>, Khairul Anshar<sup>3</sup>, Ahmad Nayan<sup>1</sup>, Rizqon Hasibuan<sup>4</sup> dan Muhammad Dirga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

<sup>2</sup> Departement of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

<sup>3</sup> Departement of Industrial Engineering Vocational Education, Faculty of Engineering, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

<sup>4</sup> Magister Program in Renewable Energy Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

✉Corresponding Author: [adis@unimal.ac.id](mailto:adis@unimal.ac.id) | Phone: +628116701699

---

## Abstrak

Desa Pande Kecamatan Tanah Pasir Kabupaten Aceh Utara merupakan wilayah sentra industri pandai besi yang juga memiliki usaha di sektor pertanian dan perkebunan. Pada sektor pertanian pasca panen diperoleh sejumlah limbah seperti sekam dan jerami padi, kulit pinang, kelapa muda dan lainnya. Limbah ini belum dimanfaatkan secara maksimal bahkan sering dibakar sehingga mengakibatkan pencemaran udara. Sebenarnya sumber biomassa yang melimpah dari limbah pertanian salah satunya tempurung kelapa sangat potensial untuk dijadikan bahan bakar briket. Di sisi lain, usaha pandai besi sangat bahan bakar substitusi dengan harga yang terjangkau untuk meminimalkan penggunaan arang kayu. Selama ini arang kayu yang digunakan bersumber dari tanaman hutan secara illegal sehingga terjadi deforestasi yang mengancam lingkungan hidup. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk memecahkan persoalan tersebut adalah melalui pengolahan biomassa menjadi bioarang melalui teknologi kiln. Produk bioarang selanjutnya dicetak dengan mesin press briket. Untuk mencapai target tersebut, maka Tim Pengabdian mengajak masyarakat akan pentingnya memanfaatkan limbah tempurung kelapa menjadi bio-briket sebagai pengganti bahan bakar arang kayu dari hutan. Selain itu ditargetkan juga adanya peningkatan pendapatan pandai besi dengan berkurangnya biaya bahan bakar arang. Metode pendekatan yang ditawarkan untuk menyelesaikan persoalan mitra adalah dalam bentuk pelatihan dan pembinaan/ penendampingan pada pembuatan bioarang dan briket, serta aplikasi penggunaan bio-briket untuk pengrajin besi. Penyelesaian masalah mitra meliputi pemecahan masalah pada aspek-aspek tersebut. tahapan kegiatan ini diawali dengan memberikan pengetahuan mitra tentang pengelolaan limbah biomassa, pembuatan bioarang dari limbah biomassa menggunakan teknologi kiln serta pengepresan bioarang menjadi briket menggunakan mesin cetak briket yang mampu menghasilkan 20 briket. Harapan utama dari kegiatan ini adalah meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa Pande dengan memanfaatkan limbah kelapa muda pada menjadi bio-briket dan menjualnya di daerah sekitar secara komersial.

**Kata Kunci:** Limbah kelapa muda, kiln, bioarang, briket.

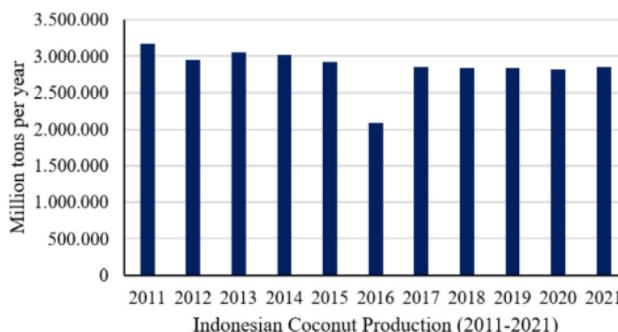
---

## Pendahuluan

Industri pertanian menghasilkan residu dalam jumlah yang sangat besar setiap tahunnya. Jika residu ini dibuang ke lingkungan tanpa prosedur pembuangan yang tepat, hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan efek bahaya bagi Kesehatan manusia dan hewan (Gani, Erdiwansyah, Munawar, et al., 2023). Sebagian besar limbah agroindustry tidak diolah dan kurang dimanfaatkan, sehingga limbah tersebut dibuang dengan cara dibakar dan ditimbun secara tidak terencana. Limbah yang tidak diolah ini menciptakan masalah yang berbeda dengan perubahan iklim sehingga dapat meningkatkan sejumlah gas rumah kaca. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil juga memberikan kontribusi terhadap emisi gas rumah kaca (GRK) (Sadh et al., 2018).

Dengan adanya focus yang luas di seluruh dunia terhadap masalah pemanasan global yang sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil, biomassa dianggap sebagai sumber daya energi terbarukan sebagai alternatif bahan bakar fosil dalam beberapa tahun terakhir (Fitriyah et al., 2019; Halder et al., 2019). Sekitar 60 exajoule dari kebutuhan energi dipasok dari biomassa pada tahun 2015, dan sumber daya biomassa juga dianggap akan terus meningkat di masa depan. Namun, sifat-sifat biomassa yang kurang baik seperti kadar air yang tinggi dan densitas energi volumetric yang rendah membuat biaya dalam penyimpanan dan pengolahan bahan bakar menjadi tinggi, hal tersebut menghambat promosi pasar biomassa, terutama yang digunakan secara langsung untuk pembakaran (Setiawan et al., 2019; Setter et al., 2020).

Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa produksi kelapa di Indonesia akan mencapai 2,85 juta ton pada tahun 2021. Nilai ini naik 1,47% dari tahun sebelumnya yang mencapai 2,81 juta ton. Statistik lengkap mengenai Produksi Kelapa di Indonesia untuk tahun 2011-2021 dapat dilihat pada Gambar 5. Produksi kelapa Indonesia cenderung menurun dalam satu dekade terakhir. Pada awalnya, produksi kelapa Indonesia mencapai 3,17 juta ton. Angka tersebut kemudian menurun 7,43% menjadi 2,94 juta ton pada tahun berikutnya. Produksi kelapa Indonesia naik 3,85% menjadi 3,05 juta ton pada tahun 2013. Kenaikan ini hanya berlangsung selama satu tahun. Angka produksi kelapa Indonesia akan terus menurun hingga tahun 2020. Produksi kelapa Indonesia baru akan meningkat pada tahun 2021 setelah mengalami penurunan selama tujuh tahun (Budi Surono, 2019).



Gambar 1. Statistik Produksi Kelapa Indonesia Periode 2011-2021 (Budi Surono, 2019)

Sementara itu, Riau menjadi penghasil kelapa terbesar di Indonesia karena menghasilkan 395 ribu ton. Setelah itu, ada Sulawesi Utara dengan produksi kelapa sebesar 271,1 ribu ton. Produksi kelapa di Jawa Timur sebesar 244,5 ribu ton. Sedangkan Maluku Utara dan Sulawesi Tengah masing-masing menghasilkan 211,8 ribu ton dan 199,2 ribu ton. Artikel ini telah dipublikasikan di Data Indonesia dengan judul "Produksi Kelapa Indonesia Naik 1,47% pada 2021" (Budi Surono, 2019). Biomassa limbah kelapa yang melimpah dapat dikonversi menjadi energi untuk bahan bakar yang berkelanjutan karena ketersediaan limbah kelapa yang memadai (Gani, Erdiwansyah, Faisal, et al., 2023) (Nelly et al., 2023).

Berdasarkan hasil pengamatan di desa Pande Kecamatan Tanah Pasir, Kabupaten Aceh Utara, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa selama ini para pandai besi masih mengandalkan bahan bakar arang kayu dari hutan dengan harga yang semakin mahal dan ilegal (deforestasi) (Wahyuni & Suranto, 2021). Sementara limbah biomassa di sekeliling desa masih banyak yang terbuang dan tidak dimanfaatkan. Sehingga menimbulkan permasalahan lingkungan salah satunya yaitu pencemaran udara (Sukmana et al., 2023) (Tranggono et al., 2021). Belum efektifnya wadah yang dapat mengkoordinir masyarakat untuk mengelola atau mengolah limbah biomassa secara praktis dan ekonomis. Perlunya organisasi (UMKM) (Budiarto et al., 2018) (Bawono, 2019) yang berbasis nilai tambah dari hasil samping (limbah) produksi komoditas pertanian dan peternakan lokal; serta kurangnya pengembangan kelompok masyarakat ekonomi produktif untuk mendukung sektor industri kecil menengah yang berkelanjutan serta bersinergi positif terhadap emisi gas rumah kaca dan pemanasan global. Selain itu belum adanya kelompok masyarakat ekonomi produktif untuk mendukung pemanfaatan limbah yang berkelanjutan serta bersinergi positif terhadap emisi gas rumah kaca dan pemanasan global.

Salah satu cara pengolahan limbah biomassa adalah melalui teknologi kiln (Rahmat, n.d.) dimana limbah biomassa dikonversi menjadi bioarang (biochar), yang nanti dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif (biofuel) serta untuk menahan laju penambahan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> di atmosfer (Bira et al., 2020). Teknik kiln ini merupakan teknologi alternatif yang tepat untuk menghasilkan bioarang, yang akan dijadikan produk briket. Sehingga mudah untuk disosialisasikan ke masyarakat pengguna sebagai pengganti arang kayu untuk pengrajin pandai besi Desa Pande Kecamatan Tanah Pasir, Kabupaten Aceh Utara. Dengan demikian, hasil kajian ini perlu dilakukan lebih lanjut untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat, khususnya di Desa Pande.

Kemajuan akan ilmu pengetahuan dan teknologi mengakibatkan tantangan besar bagi kita untuk dapat memanfaatkan limbah dan mengelola lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan adanya berbagai program yang dapat dilakukan dalam rangka peningkatan kesejahteraan masyarakat dan membuka wawasan tentang pentingnya pengelolaan limbah biomassa dengan memanfaatkan dan mengelola lingkungan sekitarnya. Sehingga tujuan dari kegiatan pengabdian yang dilakukan di Desa Pande Kecamatan Tanah Pasir, Aceh Utara ini adalah untuk melakukan pembinaan dan pendampingan tentang bagaimana mengkonversi limbah biomassa salah satunya tempurung kelapa menjadi produk briket berbasis limbah biomassa sebagai pengganti arang kayu untuk pengrajin besi bagi ekonomi sirkular Masyarakat. Menciptakan dan mengembangkan hubungan kerja antar petani dan dunia pendidikan yang dalam hal ini Universitas Malikussaleh dalam knowledge sharing yang terkait dengan teknologi terkini pada proses pengolahan limbah biomassa.

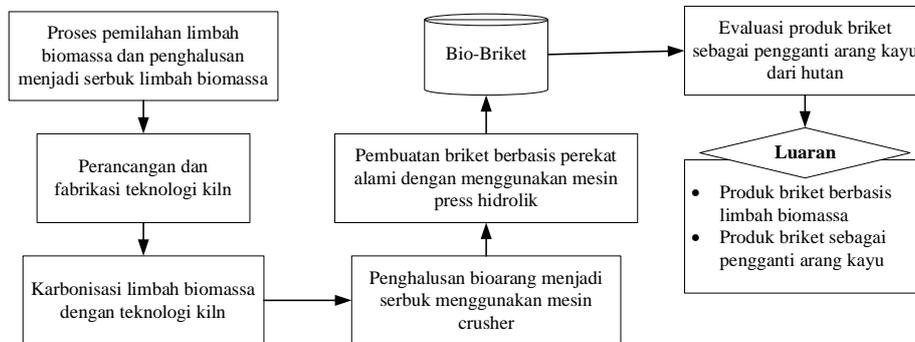
### Metode Pelaksanaan

Tempat dan waktu kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Desa Pande Kecamatan Tanah Pair Kabupaten Aceh Utara pada tanggal 26 Oktober 2023.

Khalayak Sasaran yang menjadi audiensi pada pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat adalah pengrajin besi yang berada di Desa Pande Kecamatan Tanah Pair, Aceh Utara yang berjumlah sekitar 5 orang. Metode pengabdian yang digunakan dalam kegiatan ini adalah uji coba langsung (Sayuti et al., 2022) di lapangan pada saat proses pembuatan parang dan pisau. Keberhasilan kegiatan ini sangat ditentukan dari partisipasi masyarakat

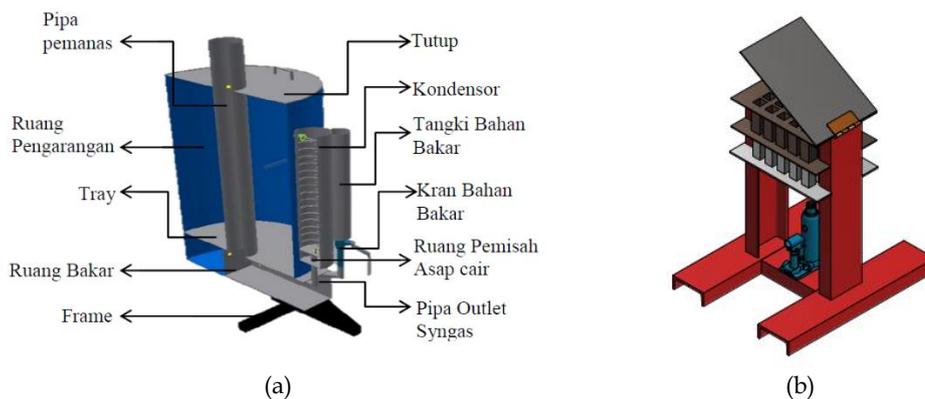
(pengrajin besi) yang menjadi sasaran dari kegiatan ini. Diagram alir kegiatan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut. Pelaksanaan pengabdian ini dilakukan dengan berbagai metode yang secara umum terdiri dari dua kegiatan utama, yaitu:

1. Pelatihan dan *Forum Group Discussion* (FGD) (Maizuar et al., 2022) dilakukan untuk pengenalan jenis-jenis serta pengelolaan limbah biomassa. Sedangkan kegiatan FGD lebih menitikberatkan pada pengolahan sebagai bioarang menjadi produk briket.
2. Pendampingan (Apriansyah et al., 2023), ini dilakukan untuk mengimplementasikan hasil pelatihan dan workshop dilakukan pendampingan dan pembinaan dengan sistem monitoring dan evaluasi hasil yang diperoleh. Kegiatan ini bertujuan untuk melihat bagaimana masyarakat dapat memahami dari pemaparan oleh pemateri dan narasumber terhadap pengelolaan pemanfaatan limbah biomassa menjadi produk bioarang.



Gambar 2. Diagram Alir Kegiatan

Produk bioarang diperoleh dari teknologi kiln dan alat press briket seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Produk briket yang dihasilkan dari bioarang digunakan sebagai pengganti arang kayu hasil penebangan hutan dengan harga yang semakin mahal dan illegal (deforestasi).



Gambar 3. (a) Teknologi kiln, dan (b) mesin press briket yang mampu menghasilkan 20 briket

Indikator keberhasilan. Indikator tingkat keberhasilan dari kegiatan penyuluhan dalam pengabdian ini adalah masyarakat (pengrajin besi) memiliki pemahaman yang baik tentang pemanfaatan limbah biomassa sebagai produk yang bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Pemahaman para pengrajin besi dievaluasi dengan melakukan tanya jawab setelah penyuluhan dilakukan.

Metode evaluasi yang diterapkan pada kegiatan ini adalah evaluasi semu (*Pseudo Evaluation*). Evaluasi kegiatan penyuluhan dilakukan dengan evaluasi pengetahuan peserta mengenai pengetahuan dasar tentang bahaya dari pembakaran biomassa secara langsung, serta penjelasan tentang pemanfaatan limbah biomassa, dan praktik (uji coba) alat secara langsung. Akhir kegiatan dilakukan tanya jawab melalui kuisioner.

## Hasil dan Pembahasan

### Kegiatan Penyuluhan

Kegiatan diawali dengan pengenalan produk briket dari limbah kelapa muda kepada pengrajin besi dan proses pengolahan bahan baku limbah kelapa muda menjadi bioarang dengan teknologi kiln. Kegiatan ini Kegiatan turut berhadir Geuchik Desa Pande Bapak De Junaidi yang ikut menjelaskan bagaimana proses pembuatan parang dan pisau dan bahan bakar yang digunakan. Selain itu kegiatan ini juga dibantu dan diramaikan oleh mahasiswa Universitas Malikussaleh dari Program Studi Teknik Mesin dan Magister Teknik Energi Terbarukan di lingkungan fakultas Teknik.

Berdasarkan survey lokasi dan analisis kondisi yang telah dilakukan beberapa waktu sebelum kegiatan dilaksanakan, diperoleh beberapa permasalahan seperti yang telah dijabarkan sebelumnya yang selanjutnya dirumuskan solusi berupa penggunaan teknologi kiln yang dapat mengubah limbah biomassa menjadi produk yang memiliki nilai jual tinggi yaitu bioarang dan kemudian diolah menjadi briket dan pellet sebagai bahan bakar pengganti arang kayu. Kegiatan ini langsung

dijuga oleh pengrajin besi pada saat proses pembuatan parang. Bahan bakar yang digunakan yaitu arang kayu yang dibeli dengan harga Rp. 70.000 per karung, seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.

Melalui pelaksanaan pengabdian dalam bentuk pembinaan ini, sebagian besar petani dan masyarakat menyadari bahwa setiap tanaman yang telah mati (biomassa) dapat dimanfaatkan dan mampu meningkatkan taraf ekonomi, meningkatkan minat Masyarakat untuk terjun memanfaatkan limbah dari biomassa yang terdapat di lingkungan sekitar masyarakat. Dengan pengolahan limbah biomassa yang tepat, para petani mampu menghasilkan sebuah produk yang lebih banyak dan dapat didistribusikan ke wilayah atau kecamatan sekitar. Disisi lain, pengolahan limbah ini juga dapat meningkatkan (menambah) income ekonomi bagi masyarakat sekitar. Proses pemanasan, pengempaan besi dan kegiatan setelah penyuluhan seperti yang ditampilkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Bahan bakar yang digunakan yaitu arang kayu



Gambar 5. Proses pemanasan besi dengan menggunakan tungku secara manual dan proses pengempaan besi dengan alat kempa



Gambar 6. Kegiatan setelah penyuluhan

### Kegiatan Pendampingan

Berdasarkan survey lokasi dan pelaksanaan pengabdian, proses pemanfaatan limbah kelapa muda menjadi bioarang dapat dikategorikan atas enam aktivitas utama yaitu pencacahan dan pengeringan limbah kelapa muda, pengurangan limbah kelapa muda menjadi bioarang dengan teknologi kiln, pembuatan briket, pengeringan briket, pelaksanaan kegiatan dan percobaan langsung dengan pengrajin besi.

Atas dasar enam aktivitas tersebut, proses pencacahan dan pengeringan bahan baku dilakukan agar kadar air bahan baku maksimal yaitu sekitar 18% untuk dapat diproses karbonisasi. Dan pengeringan dilakukan untuk memudahkan proses pembakaran dalam reaktor, sehingga biomassa tersebut terbakar secara tidak sempurna sehingga menghasilkan arang. Selanjutnya proses karbonisasi yaitu 450°C. Selanjutnya bahan baku yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam

retort kiln. Laju kenaikan *temperature* pada pengujian ini termasuk pada kategori pirolisis lambat (slow pyrolysis) karena laju kenaikan *temperature* dibawah 100°C/menit. Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara langsung dan uji coba langsung pada saat pengrajin besi melakukan pemanasan besi untuk pembuatan parang.

## Tindak Lanjut

Dari hasil kegiatan tersebut, maka untuk kegiatan pengabdian selanjutnya yang memanfaatkan limbah biomassa menjadi produk briket yang diaplikasikan sebagai bahan bakar pada proses pembuatan pengrajin besi. Ukuran produk diharapkan memiliki diameter maksimal 2 mm dan Panjang 3 mm. Pada saat proses pemanasan besi, briket yang dibakar menghasilkan asap yang terlalu banyak, sehingga proses pemanasan besi tidak optimal. Solusi yang diharapkan yaitu penggunaan perekat dikurangi atau tidak lebih 10%. Selain itu, *temperature* pembakaran kurang tinggi, sehingga diperlukan *temperature* pengarang ditingkatkan sebesar 500°C. Serta diperlukan penerapan prinsip-prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) guna meminimalisir potensi kecelakaan kerja mengingat lingkungan kerja dikelilingi dengan benda-benda bersuhu tinggi.

## Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan pengabdian kepada masyarakat tersebut maka diperoleh limbah biomassa mempunyai potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku energi dan bahan bakar, yang memiliki segudang manfaat baik lingkungan maupun masyarakat. Serta produk yang dihasilkan memiliki nilai jual yang tinggi dan dapat meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Malikussaleh dengan Surat Keputusan Nomor 573/UN45/KPT/2023 tanggal 13 Juli 2023 dan Perjanjian/Kontrak Nomor 160/PPK-2/SWK-II/AL.04/2023 tanggal 25 Agustus 2023.

## Referensi

- Apriansyah, R., Hasibuan, A., Fahmi, B. L., Munawaroh, N. L., Silvia, S., Nurfadila, N., Nate, T. T., Sayuti, M., & Mursalin, M. (2023). Sosialisasi Pemberdayaan kaum Perempuan Sebagai Upaya Penghasilan Tambahan dari Hasil Panen Nelayan di Bantayan, Kecamatan Seunuddon, Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara*, 3(1), 39-43.
- Bawono, I. R. (2019). *Optimalisasi potensi desa di Indonesia*. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Bira, G. F., Tahuk, P. K., & Mau, Y. J. (2020). The Effect Using of Different Cows Manure Levels and Rice Husk on the Quality of Bioarang Briquettes Produced. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*, 2(2), 26-36.
- Budi Suro, U. (2019). Biomass Utilization of Some Agricultural Wastes as Alternative Fuel in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1175(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012271>
- Budiarto, R., Putero, S. H., Suyatna, H., Astuti, P., Saptoadi, H., Ridwan, M. M., & Susilo, B. (2018). *Pengembangan UMKM antara konseptual dan pengalaman praktis*. Ugm Press.
- Faisal, Setiawan, A., Wusnah, Khairil, & Luthfi. (2018). Effective height of chimney for biomass cook stove simulated by computational fluid dynamics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1-13. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/308/1/012043>
- Fitriyah, F., Hidayat, S., Bakar, M. S. A., & Phusunti, N. (2019). Pyrolysis of Alang - Alang (*Imperata Cilindrica*) As Bioenergy Source in Banten Province Indonesia. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*, 3(1), 60-78. <https://doi.org/10.37950/jkpd.v3i1.62>
- Gani, A., Erdiwansyah, E., Faisal, M., Munawar, E., Nizar, M., Mahidin, M., & Zaki, M. (2023). Pemanfaatan Biomassa Bonggol Jagung untuk Produksi Bahan Bakar Padat sebagai Pengganti Kayu Bakar di Saree Kabupaten Aceh Besar. *BAKTIMAS: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(2), 120-128.
- Gani, A., Erdiwansyah, Munawar, E., Mahidin, Mamat, R., & Rosdi, S. M. (2023). Investigation of the potential biomass waste source for biocoal production in Indonesia: A review. *Energy Reports*, 10, 2417-2438. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.09.065>
- Halder, P., Kundu, S., Patel, S., Setiawan, A., Atkin, R., Parthasarthy, R., Paz-Ferreiro, J., Surapaneni, A., & Shah, K. (2019). Progress on the pre-treatment of lignocellulosic biomass employing ionic liquids. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 105(September 2018), 268-292. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.052>
- Maizuar, M., Hasibuan, A., Putri, R., Ezwarsyah, E., Muhammad, M., & Zulnazri, Z. (2022). Upaya Pengembangan Profesionalisme Guru Melalui Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah di Kabupaten Aceh Singkil. *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara*, 2(1), 26-29.
- Nelly, N., Yana, S., Radhiana, R., Hanum, F., Fitriiana, F., Juwita, J., & Kasmaniar, K. (2023). Potensi Ekonomi Energi Terbarukan Biomassa: Permasalahan dan Kendala Pengembangannya. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3).
- Rahmat, B. (n.d.). Kiln Pirolisis untuk Konversi Limbah Kayu menjadi Asap Cair, Ter, dan Bioarang. *Hasil Reviewer*.
- Sadh, P. K., Duhan, S., & Duhan, J. S. (2018). Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. *Bioresources and Bioprocessing*, 5(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40643-017-0187-z>
- Sayuti, M., Hasibuan, A., Baidhawi, B., Siregar, W. V., Mariyudi, M., Puspasari, C., Hasibuan, M. R. F., Fadhilati, N. I., & Al Farizi, R. (2022). Pelatihan simulasi tanggap darurat kebakaran di SMA Lhokseumawe dan Aceh Utara. *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara*, 2(3), 172-175.
- Setiawan, A., Hayat, F., Faisal, & Nur, T. B. (2019). Combustion characteristics of densified bio-char produced from Gayo

- Arabica coffee-pulp: Effect of binder. *{IOP} Conference Series: Earth and Environmental Science*, 364(1), 12007. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/364/1/012007>
- Setter, C., Silva, F. T. M., Assis, M. R., Ataíde, C. H., Trugilho, P. F., & Oliveira, T. J. P. (2020). Slow pyrolysis of coffee husk briquettes: Characterization of the solid and liquid fractions. *Fuel*, 261(October 2019). <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116420>
- Sukmana, R. W., SP, M. P., & Muljatiningrum, A. (2023). *Biogas dari limbah ternak*. Nuansa Cendekia.
- Tranggono, D., Pramitha, A. O., Sholikhah, A. M., Fandillah, G. A., Sugiharto, N. O., & Achmad, Z. A. (2021). Pemanfaatan limbah baglog jamur tiram putih menjadi briket yang bernilai ekonomis tinggi. *Jurnal Abdimas Bela Negara*, 2(1), 1-17.
- Wahyuni, H., & Suranto, S. (2021). Dampak deforestasi hutan skala besar terhadap pemanasan global di Indonesia. *JlIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 6(1), 148-162.