

Pemberdayaan Masyarakat Blang Pulo Kota Lhokseumawe Melalui Inovasi Teknologi Pengolahan Limbah Kelapa Muda Menjadi Produk Bioarang

Adi Setiawan^{✉1}, Alchalil¹, Muhammad Daud², Ahmad Nayan¹, Mohammad Heikal³, Nurmalita⁴, Firman Karim¹, Umar Ramadhan Siregar¹, Ochitria Cintia Br. Simajuntak¹ dan Ichsan Alwi Nasution¹

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

² Departement of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

³ Departement of Accounting, Faculty of Economic and Business, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

⁴ Departement of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

✉Corresponding Author: adis@unimal.ac.id | Phone: +628116701699

Abstrak

Desa Blang Pulo merupakan salah satu Desa Binaan dari Universitas Malikussaleh dan berdekatan dengan kampus Bukit Indah Universitas Malikussaleh. Masyarakat di Desa Blang Pulo memiliki mata pencarian sebagai jualan toko kelontong, grosir, maupun penjual minuman salah satunya kelapa muda. Limbah kelapa ini memang termasuk limbah organik, namun memiliki kadar air yang tinggi dan bersifat sangat keras. Hal ini membuat kulit dan sabut kelapa muda sulit diurai oleh mikroorganisme. Sulitnya terurai dan memiliki ukuran yang cukup besar, menjadikan limbah ini mengalami penumpukan sehingga berdampak buruk pada lingkungan. Di sisi lain, arang kayu yang digunakan selama ini bersumber dari tanaman hutan yang ditebang secara ilegal sehingga terjadi deforestasi yang mengancam lingkungan hidup. Untuk mengatasi persoalan ini dikembangkan sebuah strategi melalui pengolahan limbah kelapa muda menjadi bioarang dengan teknologi kiln. Metode pendekatan yang ditawarkan untuk menyelesaikan persoalan mitra adalah dalam bentuk pelatihan dan pembinaan/ penendampingan pada pengolahan limbah kelapa muda menjadi bioarang yang dapat digunakan oleh masyarakat sebagai bahan bakar padat pengganti arang kayu. Tahapan kegiatan ini diawali dengan memberikan pengetahuan mitra tentang pengelolaan limbah biomassa, pembuatan bioarang dari limbah kelapa muda menggunakan teknologi kiln. Harapan utama dari kegiatan ini adalah meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa Blang Pulo dengan memanfaatkan limbah kelapa muda pada menjadi bioarang, serta dapat menghasilkan produk turunan dari bioarang seperti bio-briket dan bio-pelet yang dapat dikomersialkan.

Kata Kunci: Limbah Kelapa Muda, Kiln, Bioarang, Lingkungan

Pendahuluan

Peningkatan konsumsi energi yang terus menerus selama beberapa tahun terakhir akibat pertumbuhan populasi global telah mendorong negara-negara untuk mencari sumber energi alternatif yang tidak harus berasal dari bahan bakar fosil (Kumar et al., 2022). Hal ini disebabkan oleh berbagai dampak negatif bahan bakar fosil, seperti emisi karbon dioksida yang tinggi, yang berkontribusi pada pemanasan global. Oleh karena itu, sumber energi alternatif telah menarik perhatian banyak negara. Berbagai kebijakan dan alat telah diterapkan untuk mempromosikan dan mendukung penelitian dalam mencari sumber energi terbarukan, termasuk biomassa, energi matahari, energi angin, dan tenaga air.

Indonesia merupakan negara pertanian utama di Asia Tenggara dengan hasil pertanian yang besar (Jauhani et al., 2023; Fithriana & Kusuma, 2018; Darmawan et al., 2021). Setelah musim panen, sekitar 80 juta ton limbah pertanian dihasilkan setiap tahun, yang dapat dimanfaatkan sebagai energi biomassa (Setiawan et al., 2021). Saat ini, biomassa adalah sumber energi terbesar keempat di dunia setelah minyak bumi, gas alam, dan batu bara, yang menyumbang sekitar 14% dari konsumsi energi global (Rifanida et al., 2023).

Cadangan energi biomassa dari berbagai limbah pertanian memiliki potensi yang besar. Berbagai limbah pertanian belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai bahan bakar (Jurnal, 2018; Faizin et al., 2017). Sebagian besar limbah pertanian hanya dibakar di ladang atau ditumpuk di ladang setelah panen, padahal limbah tersebut dapat diolah dan dimanfaatkan sebagai bahan bakar dengan nilai kalor yang tinggi. Salah satu metode pengolahan biomassa menjadi bahan bakar yang dapat diterapkan pada limbah pertanian adalah melalui proses karbonisasi (Nurmalita et al., 2023). Dengan karbonisasi, unsur-unsur yang membentuk asap dan jelaga dapat diminimalkan sehingga gas buang menjadi lebih bersih.

Arang telah menjadi sumber bahan bakar penting dari zaman kuno hingga saat ini, baik untuk keperluan rumah tangga maupun industri (Masyruroh & Rahmawati, 2022; Mustiadi et al., 2019). Arang memainkan peran penting dalam kehidupan rumah tangga pedesaan dan dalam budaya barbekyu perkotaan. Selain itu, arang dapat digunakan sebagai biochar untuk perbaikan tanah, pengolahan air limbah, dan penyerapan logam berat. Selain menghasilkan arang, biomassa juga dapat digunakan untuk membuat kompos organik dan menghasilkan energi/bahan bakar terbarukan melalui proses pencernaan anaerobik, pirolisis, dan gasifikasi (Setiawan et al., 2024).

Konversi bioenergy dari 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).

Indonesia merupakan salah satu penghasil kelapa (*Cocos nucifera* L.) terbesar di dunia berdasarkan data tahun 2016-2020, disusul oleh India dan Filipina dengan luas sekitar 3,7 juta Ha (Wenny Surya Murtius, 2024). Berdasarkan statistik perkebunan tahun 2020-2022, terdapat tiga jenis pengelolaan perkebunan kelapa di Indonesia. Perkebunan besar negara yang luasnya mencapai 3.934 Ha, perkebunan besar swasta yang luasnya mencapai 14.650 Ha, dan perkebunan rakyat yang luasnya mencapai 3.343.556 Ha, yang secara kasar mencakup 98% perkebunan kelapa di Indonesia. Luas perkebunan kelapa menurut provinsi di Indonesia dilaporkan oleh Direktorat Perkebunan tahun 2017-2021. Data tersebut menunjukkan bahwa terdapat 34 provinsi di Indonesia yang memiliki perkebunan kelapa, dengan Riau sebagai provinsi dengan perkebunan terluas, diikuti oleh Sulawesi Utara, Jawa Timur, Sulawesi Tengah, dan Maluku Utara (Alouw & Wulandari, 2020). Sehingga limbah kelapa muda yang melimpah ini dapat dikonversi menjadi energi untuk bahan bakar yang berkelanjutan karena ketersediaan limbah kelapa yang sangat memadai.

Berdasarkan hasil pengamatan di Desa Blang Pulo, Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe, jumlah usaha kuliner yang berada disepanjang Gampong Blang Pulo ada sebanyak 15 unit usaha kuliner, yang mana setiap unit usaha menjual kelapa muda. Setelah di telusuri dari keseluruhan unit usaha menghasilkan limbah kelapa muda sebanyak ± 650 buah kelapa muda perharinya. Pedagang jagung bakar dan bakso bakar saat ini masih mengandalkan arang tempurung kelapa dan kayu dari hutan dengan harga yang semakin mahal dan ilegal (deforestasi) (Englund et al., 2020). Sementara limbah kelapa muda di sekeliling desa masih banyak yang terbuang dan tidak dimanfaatkan. Belum efektifnya wadah yang dapat mengkoordinir masyarakat untuk mengelola atau mengolah limbah biomassa secara praktis dan ekonomis. Perlunya memberdayakan Badan Usaha Milik Desa (BumDes) untuk mengembangkan kelompok masyarakat ekonomi produktif untuk mendukung sektor industri kecil menengah yang berkelanjutan serta bersinergi positif terhadap emisi gas rumah kaca dan pemanasan global yang berbasis nilai tambah dari hasil samping limbah kelapa muda.

Salah satu cara pengolahan limbah biomassa adalah melalui teknologi kiln dimana limbah biomassa dikonversi menjadi bioarang (biochar), yang nanti dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif (biofuel) serta untuk menahan laju penambahan konsentrasi gas CO_2 di atmosfer. Teknik kiln ini merupakan teknologi alternatif yang tepat untuk menghasilkan bioarang, yang nantinya produk arang yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai produk briket maupun pelet. Sehingga mudah untuk disosialisasikan ke masyarakat pengguna sebagai pengganti arang kayu untuk Masyarakat Desa Blang Pulo, Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe. Dengan demikian, hasil kajian ini dapat meminimalisir limbah yang ada di lingkungan Desa Blang Pulo selain itu produk bioarang dapat dijadikan menjadi sebuah produk yang memiliki nilai jual yaitu seperti bio-briket dan bio pelet.

Kemajuan akan ilmu pengetahuan dan teknologi mengakibatkan tantangan besar bagi kita untuk dapat memanfaatkan limbah dan mengelola lingkungan, khususnya kelapa muda. Oleh karena itu, diperlukan adanya berbagai program yang dapat dilakukan dalam rangka peningkatan kesejahteraan masyarakat dan membuka wawasan tentang pentingnya pengelolaan limbah biomassa untuk menjadikan lingkungan yang bersih dan nyaman. Sehingga tujuan dari kegiatan pengabdian yang dilakukan di Desa Blang Pulo, Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe ini adalah melakukan penyuluhan dan pelatihan mengenai pengelolaan limbah kelapa muda. Memberikan pembekalan pengetahuan kepada Masyarakat tentang berbagai manfaat dari pengelolaan limbah kelapa muda yang dapat dijadikan sebuah produk bio-briket dan bio-pelet yang bermanfaat dan memiliki nilai jual tinggi. Menciptakan dan mengembangkan hubungan kerja antar masyarakat dan dunia pendidikan yang dalam hal ini Universitas Malikussaleh dalam knowledge sharing yang terkait dengan teknologi terkini pada proses pengolahan limbah biomassa.

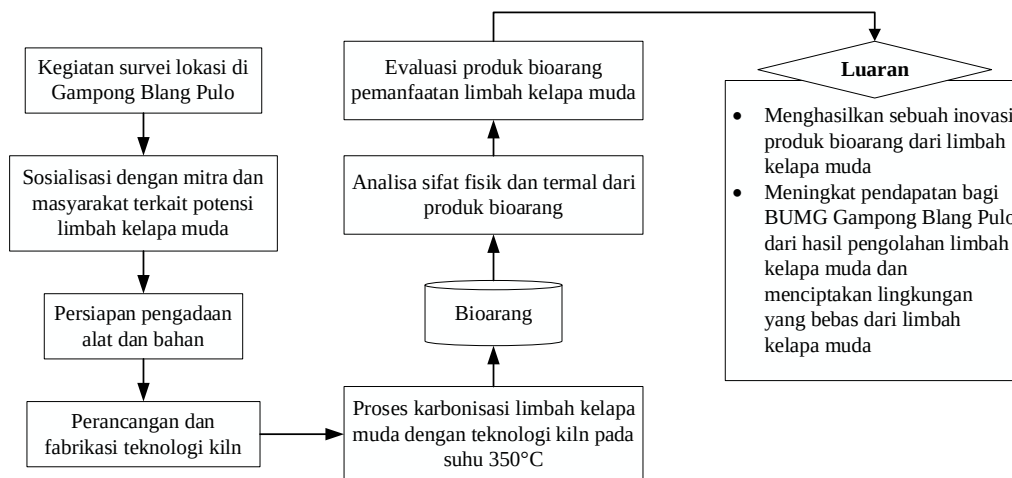
Metode Pelaksanaan

Tempat dan waktu kegiatan pengabdian kepada Masyarakat dilaksanakan di Desa Blang Pulo Kecamatan Muara Satu Kota Lhokseumawe (Hasibuan et al., 2022) pada tanggal 03 September 2024. Khalayak Sasaran yang menjadi audiensi pada pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat adalah Masyarakat Desa Blang Pulo Kecamatan Muara Satu Kota Lhokseumawe yang berjumlah sekitar 20 orang, dan Geuchik serta aparat Desa setempat.

Metode pengabdian yang digunakan dalam kegiatan ini adalah demo secara langsung (Sayuti et al., 2022; Roid et al., 2023) proses pengarangan limbah kelapa muda menjadi produk bioarang, yang nantinya produk bioarang tersebut akan dijadikan bio-briket atau bio-pelet. Keberhasilan kegiatan ini sangat ditentukan dari partisipasi masyarakat yang menjadi sasaran pada 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:

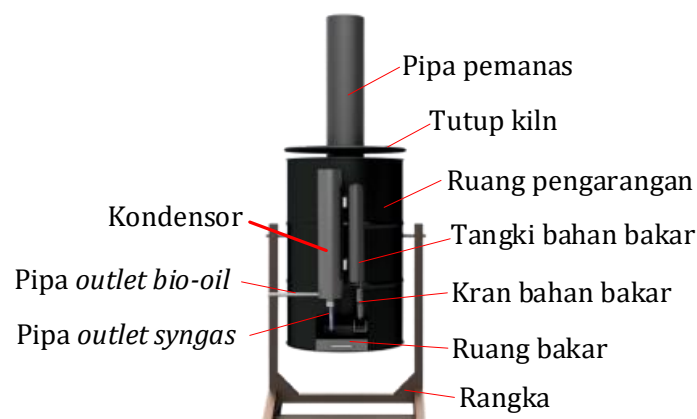
1. Sosialisasi kepada masyarakat terkait limbah biomassa serta pengolaan dan penanganan terhadap limbah biomassa tersebut khususnya limbah kelapa muda.
2. Praktik langsung terkait pemanfaatan limbah kelapa muda menjadi produk bioarang dengan menggunakan teknologi kiln.
3. Pendampingan, ini dilakukan 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 kelapa muda menjadi produk bioarang.



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan

Produk bioarang diperoleh dari teknologi kiln seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Produk bioarang yang dihasilkan kemudian dapat digunakan sebagai pengganti arang kayu, selain itu produk bioarang juga dapat digunakan sebagai pupuk maupun bahan bakar padat lain seperti bio-briket dan bio-pelet.



Gambar 2. Teknologi Kiln

Indikator keberhasilan. Indikator tingkat keberhasilan dari kegiatan penyuluhan dalam pengabdian ini adalah masyarakat memiliki pemahaman yang baik tentang pemanfaatan limbah biomassa sebagai produk yang bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Pemahaman masyarakat 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 masyarakat mengenai pengetahuan dasar tentang bahaya dari pembakaran limbah biomassa secara langsung, serta penjelasan tentang pemanfaatan limbah biomassa, dan praktik (uji coba) alat secara langsung. Akhir kegiatan dilakukan melalui pengisian kuisioner.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan Penyuluhan

Kegiatan diawali dengan pemaparan materi terkait pemanfaatan limbah kelapa muda sebagai produk yang bermanfaat salah satunya bioarang dengan teknologi kiln. Kegiatan ini ikut berhadir Geuchik Desa Blang Pulo yaitu Bapak Ahmad Adami, S.H. yang ikut turut mendengarkan bagaimana bahayanya jika limbah kelapa muda dibiarkan begitu saja di lingkungan, serta pemanfaatan limbah kelapa muda menjadi produk bioarang sebagai bahan bakar padat pengganti arang kayu. 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 sebelum kegiatan dilaksanakan, diperoleh beberapa permasalahan seperti yang telah dijabarkan sebelumnya. Sehingga dilanjutkan dirumuskan solusi berupa penggunaan teknologi kiln yang dapat mengubah limbah kelapa muda menjadi produk bioarang. Kegiatan ini langsung dilakukan di depan masyarakat desa Blang Pulo dengan memasukkan limbah kelapa muda ke dalam reaktor

kiln guna untuk proses karbonisasi, seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses karbonisasi limbah kelapa muda menggunakan teknologi kiln

Melalui pelaksanaan pengabdian dalam bentuk pembinaan ini sebagian besar masyarakat menyadari bahwa setiap tanaman yang telah mati (biomass) dapat dimanfaatkan dan mampu dijadikan sebagai produk yang memiliki nilai jual yang dapat meningkatkan taraf ekonomi, meningkatkan minat masyarakat untuk terjun memanfaatkan limbah dari biomassa di sekitar. 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. Gambar 4 menunjukkan Geuchik Desa Blang Pulo tertarik terhadap teknologi kiln dan bertanya kepada mahasiswa terkait bagian-bagian yang ada pada alat *retort* kiln tersebut.



Gambar 4. Diskusi antara Geuchik Blang Pulo dengan Tim Pelaksana Pengabdian

Produk bioarang yang dihasilkan selanjutnya langsung dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti arang pada kompor biomassa. Seperti pada Gambar 5, menunjukkan penggunaan produk bioarang dari limbah kelapa muda untuk memasak jagung rebus yang dapat dinikmati oleh mahasiswa maupun masyarakat desa Blang Pulo. Kompor biomassa yang dilakukan tidak ada asap dan mampu memasak jagung rebus kurang lebih 30 menit dengan menggunakan bahan bakar produk bioarang dari limbah kelapa muda.



Gambar 5. Penggunaan produk bioarang sebagai bahan bakar untuk memasak menggunakan kompor biomassa



Gambar 6. Kegiatan setelah sosialisasi

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, pengarangan limbah kelapa muda menjadi bioarang dengan teknologi kiln, pelaksanaan kegiatan dan percobaan langsung dengan Masyarakat Desa Blang Pulo untuk memanaskan air menggunakan produk bioarang.

Atas dasar lima aktivitas tersebut, proses pencacahan dan pengeringan bahan baku dilakukan agar kadar air bahan baku maksimal yaitu sekitar 18% untuk dapat diproses karbonisasi. Pengeringan dilakukan untuk memudahkan proses pembakaran dalam reaktor, sehingga biomassa tersebut terbakar secara tidak sempurna sehingga menghasilkan bioarang. 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 dengan Masyarakat untuk memanaskan air menggunakan kompor biomassa dan bahan bakar yang digunakan yaitu berasal dari bioarang limbah kelapa muda.

Hasil yang diperoleh dari pengisian kuisioner terkait penggunaan teknologi kiln untuk mengolah limbah kelapa muda menjadi bioarang yang dilakukan oleh Masyarakat Desa Blang Pulo yaitu mencapai skor 87% yang menunjukkan pengoperasian alat kiln mudah diaplikasikan oleh masyarakat. Keterlibatan dan partisipasi masyarakat selama kegiatan sangat tinggi yaitu mencapai skor 90%, yang menunjukkan bahwa materi yang disampaikan menarik dan relevan bagi masyarakat. Secara keseluruhan, kegiatan yang dilakukan telah membantu masyarakat dalam memahami cara mengoperasikan dan merawat alat *retort kiln* dengan tepat. Dari evaluasi kegiatan diketahui bahwa ada hal yang perlu perbaikan, khususnya pada aspek pendalaman materi dan waktu pelatihan.

Tindak Lanjut

Dari hasil kegiatan tersebut, maka untuk kegiatan pengabdian selanjutnya diharapkan menggunakan limbah biomassa yang lain dan dikombinasikan dengan limbah kelapa muda ini yang kemudian dijadikan produk bio-briket maupun bio-pelet. Keterbatasan waktu menjadi salah satu kendala, di mana proses pengarangan limbah bahan baku basah membutuhkan waktu pengoperasian hingga 8 jam, sedangkan untuk limbah bahan baku kering membutuhkan waktu 4 jam. Hal ini membuat masyarakat tidak memungkinkan untuk menunggu hingga proses pengarangan selesai, sehingga hanya dapat dilakukan sampai tahap menyalakan api dan memastikan asap naik ke cerobong. Selain itu, masyarakat juga merasa bahwa waktu yang tersedia dalam kegiatan pengabdian masih kurang untuk mendalami materi perawatan alat secara lebih rinci. 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 ini dapat disimpulkan bahwa limbah kelapa muda memiliki potensi yang sangat besar dan layak untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioarang. Kegiatan ini telah berhasil menyadarkan masyarakat bahwa strategi konversi limbah ini mampu meminimalisir pembuangan limbah kelapa muda sekaligus menjadikan lingkungan menjadi bersih dan nyaman. Selain itu produk yang dihasilkan memiliki nilai jual yang tinggi dan menjadi sumber pendapatan tambahan bagi masyarakat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Malikussaleh dengan Surat Keputusan Nomor 257/UN45/KPT/2024 tanggal 03 Mei 2024 dan Perjanjian/Kontrak Nomor 266/PPK-2/SWK-II/AL.04/2024 tanggal 25 Juni 2024.

Referensi

Alouw, J., & Wulandari, S. (2020). Present Status And Outlook Of Coconut Development In Indonesia. *Iop Conference Series*:

- Earth And Environmental Science, 418, 12035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/418/1/012035>
- Darmawan, D., Genua, V., Kristianto, S., Hutubessy, J. I. B., & Others. (2021). *Tanaman Perkebunan Prospektif Indonesia*. Penerbit Qiara Media.
- Englund, O., Börjesson, P., Berndes, G., Scarlat, N., Dallemand, J.-F., Grizzetti, B., Dimitriou, I., Mola-Yudego, B., & Fahl, F. (2020). Beneficial Land Use Change: Strategic Expansion Of New Biomass Plantations Can Reduce Environmental Impacts From Eu Agriculture. *Global Environmental Change*, 60, 101990. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101990>
- Faizin, A. K., Priyadi, E. A., & Purnomo, I. M. H. (2017). Optimal Coordination Digital Overcurrent Relay Using Modified Firefly Algorithm In Radial Distribution System With Distributed Generation. *Core.Ac.Uk*. <https://core.ac.uk/download/pdf/291469522.pdf>
- Fithriana, A., & Kusuma, R. P. (2018). Implementasi Kebijakan Pangan Halal Indonesia: Keunggulan Kompetitif Dalam Tren Pangan Halal Di Asia Tenggara. *Global Insight Journal*, 3(2).
- Hasibuan, A., Siregar, W. V., & Riskina, S. (2022). *Sekelumit Keberagaman Lhokseumawe Dan Aceh Utara*. Pelataran Sastra Kaliwungu.
- Jauhani, M. A., Widiastuti, L. N., Hibatullah, M. N., & Marpaung, S. H. (2023). Aspek Medikolegal Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Sektor Pertanian Di Kawasan Asia Tenggara. *Jember Medical Journal*, 2(1), 55–71.
- Jurnal, R. T. (2018). Potensi Pemanfaatan Biomassa Sekam Padi Untuk Pembangkit Listrik Melalui Teknologi Gasifikasi. *Energi & Kelistrikan*, 9(2), 126–135. <https://doi.org/10.33322/Energi.V9i2.44>
- Kumar, P., Subbarao, P. M. V., Kala, L., & Vijay, V. K. (2022). Influence Of Physical, Mechanical, And Thermal Properties Of Biomass Pellets From Agriculture Residue: Pearl Millet Cob And Mix. *Bioresource Technology Reports*, 20, 101278. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101278>
- Masyrurroh, A., & Rahmawati, I. (2022). Pembuatan Briket Arang Dari Serbuk Kayu Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Abdikarya: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(1), 95–103.
- Mustiadi, L., Astuti, S., & Purkuncoro, A. E. (2019). *Buku Ajar Mengubah Sampah Organik Dan Anorganik Menjadi Bahan Bakar Pelet Partikel Arang*. Cv. Irdh.
- Nurmalita, N., Raihan, R., Jalil, Z., Nur, S., & Setiawan, A. (2023). The Physical And Chemical Properties Of Activated Nanocarbon Produced From Robusta (Coffea Canephora) Coffee Pulp Under Slow Pyrolysis Method. *Coffee Science*, 17, 1–10. <https://doi.org/10.25186/V17i.2019>
- Rifanida, Riskina, S., Setiawan, A., Abubakar, & Alchalil. (2023). The Effect Of Varying Torrefaction Temperature On The Physical And Mechanical Properties Of Briquettes Made From King Grass. *Jurnal Polimesin*, 21(1), 1–5.
- Roid, F., Al Farizi, R., & Others. (2023). Edukasi Pemanfaatan Sumber Daya Listrik Energi Terbaru Pada Masyarakat Desa. *Mejuajua: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 3(1), 19–23.
- 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., Faisal, F., Anshar, K., Hasibuan, R., Riskina, S., & Alchalil. (2024). Techno-Economic Assessment Of Densified Arabica Coffee Pulp Pyrolysis In A Pilot-Scale Reactor. *Biomass Conversion And Biorefinery*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/S13399-024-05932-4>
- Setiawan, A., Ginting, Z., Setiawaty, S., Riskina, S., & Nurjannah, S. (2021). Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Bioarang Untuk Pembenah Tanah Lahan Pertanian Di Desa Pande Kecamatan Tanah Pasir Aceh Utara. *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara*, 1(1), 27–31.
- 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>
- Wenny Surya Murtius. (2024). Agro-Industrial Development And Valorization Of Coconut Fruit Waste In Indonesia: A Review. *Open Access Research Journal Of Science And Technology*, 11(1), 031–038. <https://doi.org/10.53022/Oarjst.2024.11.1.0063>